

TAXANIV:

**Sistema Basado en Conocimiento Como Apoyo a los Procesos de Aprendizaje Asociados a
la Taxonomía de los Animales Invertebrados**

Andrés Farid Díaz Gómez

Juan David Rodríguez Moreno



Director:

Doctor. Miguel Ángel Palomino Hawasly

Universidad de Córdoba

Facultad de Educación y Ciencias Humanas

Departamento de Informática Educativa

Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales

Montería - Córdoba

2020

TAXANIV:

**Sistema Basado en Conocimiento Como Apoyo a los Procesos de Aprendizaje Asociados a
la Taxonomía de los Animales Invertebrados**

Andrés Farid Díaz Gómez

Juan David Rodríguez Moreno

Trabajo de grado para optar al título de Licenciados en Informática y Medios Audiovisuales

Director:

Doctor. Miguel Ángel Palomino Hawasly



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

Universidad de Córdoba

Facultad de Educación y Ciencias Humanas

Departamento de Informática Educativa

Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales

Montería - Córdoba

2020

Dedicatoria

A Dios, por la fortaleza dada durante la realización de este proyecto, por la paz indescriptible que nos concedió en momentos de desesperación, de afán y por todos esos momentos difíciles en los que estuvo presente y nunca se olvidó de nosotros, sino que su gran amor incondicional nos cuidó en todo el proceso académico dándonos sabiduría, inteligencia, paciencia, esperanza, provisión económica, y todo lo necesario para seguir adelante. Contamos con su apoyo y nunca nos faltó nada, siempre nuestros planes se realizaban y nos hizo prosperar.

A nuestros padres, por el apoyo que nos dieron durante todo este proceso, por estar atentos a nuestros problemas, necesidades, por estar pendientes de nuestra salud y de nuestra alimentación diaria para que no nos faltaran las fuerzas y pudiéramos realizar todas nuestras actividades, y culminar con este proyecto. A nuestros hermanos por sus ayudas en momentos de dificultad, cuando necesitamos apoyo emocional, por sus oraciones y por el cuidado del hogar mientras hacíamos este trabajo.

Agradecimientos

A Dios, por guiarnos en este proceso de aprendizaje y de crecimiento como profesionales, y por guardar nuestra salud física, mental y espiritual durante el desarrollo de la investigación.

Al Doctor Miguel Ángel Palomino Hawasly de la Universidad de Córdoba por guiarnos hacia el conocimiento de la inteligencia artificial y su influencia en la historia de la humanidad.

Al profesor Carlos Nemesio Vergara Martínez de la Universidad de Córdoba por su acompañamiento durante el desarrollo del presente proyecto, por su instrucción y las correcciones realizadas al mismo.

A Filadelfia Hernández, profesora de la Universidad de Córdoba, por su ayuda en la elaboración de la metodología de investigación y corrección en algunos puntos específicos del proyecto.

A Jorge Quiroz, profesor del programa de Biología de la Universidad de Córdoba, por permitirnos realizar una encuesta a sus estudiantes y por colaborarnos con información relacionada sobre la taxonomía de los animales invertebrados.

Resumen

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un sistema basado en conocimiento llamado TAXANIV cuya finalidad es apoyar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados. Se adoptó la metodología de desarrollo evolutivo para tal fin, utilizando el lenguaje prolog como mecanismo funcional de la programación lógica, paradigma computacional en la que está basado este sistema. Se muestran las etapas llevadas a cabo durante el proceso de desarrollo, logrando obtener un prototipo funcional el cual permite la realización de consultas básicas y especializadas que el usuario puede hacer como refuerzo a la actividad de aprendizaje relacionada con la taxonomía de los animales invertebrados. Además, se identificaron las causas que generan dificultades en el aprendizaje con relación a este tema y se estableció una unidad didáctica que permite la aplicación de TAXANIV en áreas afines de la biología. La incorporación de este sistema basado en conocimiento permitirá fortalecer los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los invertebrados y facilitar la obtención de información con respecto a este grupo de animales a través de las consultas simples y especializadas. Finalmente, se recomienda hacer un suministro mayor de información en la base de conocimiento y enfatizar en el diseño de la interfaz de usuario.

Palabras clave: Sistema basado en conocimiento, prototipos evolutivos, taxonomía animal, programación lógica, animales invertebrados.

Abstract

The present work shows the development of a knowledge-based system called TAXANIV whose purpose is to support the learning processes associated with the taxonomy of invertebrate animals. The evolutionary development methodology was adopted for this purpose, using the prolog language as a functional mechanism of logic programming, the computational paradigm on which this system is based. The stages carried out during the development process are shown, obtaining a functional prototype which allows the carrying out of basic and specialized queries that the user can do as a reinforcement of the learning activity related to the taxonomy of invertebrate animals. In addition, the causes that generate learning difficulties in relation to this topic were identified and a didactic unit was established that allows the application of TAXANIV in related areas of biology. The incorporation of this knowledge-based system will strengthen the learning processes associated with the taxonomy of invertebrates and facilitate the obtaining of information regarding this group of animals through simple and specialized queries. Finally, it is recommended to make a greater supply of information in the knowledge base and to emphasize the design of the user interface.

Keywords: Knowledge-based system, evolutionary prototypes, animal taxonomy, logic programming, invertebrate animals.

Índice

Introducción.....	11
Capítulo I Planteamiento del Problema	13
Descripción del Problema	13
Formulación del Problema.....	15
Sistematización del Problema	16
Capítulo II Justificación	17
Capítulo III Objetivos.....	19
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Capítulo IV Marco Teórico	21
Marco de Antecedentes.....	21
Marco Normativo.....	26
Marco Contextual.....	27
Marco Conceptual.....	29
Los Sistemas.....	29
Los Sistemas Artificiales.....	30
Sistemas Basados en Conocimiento.....	31
Base de Conocimiento.....	32
Motor de Inferencia.....	33
Interfaz de Usuario.....	33
Prototipos Evolutivos.....	34
Taxonomía Animal.....	34

Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados.....	36
Capítulo V Metodología.....	38
Tipo y Generalidades de la Investigación	38
Diseño de la Investigación	38
Población y Muestra	41
Técnicas e Instrumentos.....	41
Capítulo VI Resultados.....	43
Capítulo VII Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	78
Capítulo VIII Referencias.....	79
Capítulo IX Anexos.....	85

Índice de Tablas

Tabla 1 Resultado de la primera pregunta de la encuesta a estudiantes.....	44
Tabla 2 Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a estudiantes.....	45
Tabla 3 Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a estudiantes.....	46
Tabla 4 Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a estudiantes.....	47
Tabla 5 Resultado de la primera pregunta de la encuesta a docentes.....	49
Tabla 6 Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a docentes.....	50
Tabla 7 Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a docentes.....	51
Tabla 8 Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a docentes.....	52

Índice de Figuras y Diagramas

Figura 1 Estructura jerárquica de los taxones.....	36
Figura 2 Ciclo de vida del prototipado evolutivo.....	40
Figura 3 Resultado de la primera pregunta de la encuesta a estudiantes.....	44
Figura 4 Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a estudiantes.....	45
Figura 5 Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a estudiantes.....	47
Figura 6 Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a estudiantes.....	48
Figura 7 Resultado de la primera pregunta de la encuesta a docentes.....	49
Figura 8 Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a docentes.....	51
Figura 9 Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a docentes.....	52
Figura 10 Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a docentes.....	53
Figura 11 Fragmento de la Red Semántica de los animales invertebrados.....	67
Figura 12 Entorno del editor de texto Swi-prolog.....	68
Figura 13 Base de conocimiento – Hechos.....	68
Figura 14 Base de conocimiento – Reglas.....	69
Figura 15 Versión 1 del SBC.....	71
Figura 16-a Consultas simples.....	72
Figura 16-b Consultas simples.....	73
Figura 17-a Consultas especializadas.....	74
Figura 17-b Consultas especializadas.....	75
Diagrama 1 Procedimiento de la unidad didáctica.....	59
Diagrama 2 Secuencia de desarrollo de los contenidos de la unidad didáctica.....	60

Introducción

Los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC) han permitido, desde sus inicios, solucionar problemas complejos de diversa índole, imitando el comportamiento de un experto humano en dominio del problema. De esta manera, intentan reflejar el conocimiento y el razonamiento del experto para tomar decisiones de acuerdo con una situación específica y llegar a una conclusión o dar una respuesta, en ese sentido, son las aplicaciones de mayor crecimiento como campo de la inteligencia artificial con una evolución sólida a través del tiempo hasta convertirse en herramientas potentes capaces de solucionar problemas en distintas áreas del saber.

Los componentes funcionales básicos de un SBC basado en reglas son: la base de conocimiento, el motor de inferencia y la interfaz del usuario (Castillo, Lugo, García & Scott, 2020). La **base de conocimiento (BC)** es donde se almacena el conocimiento que suministra un experto humano de un dominio específico o área determinada. Torres y Garzón (2018). El **motor de inferencia (MI)** es el que realiza el proceso de razonamiento, usando el conocimiento suministrado en la BC con el fin de resolver el problema (Castillo et al., 2020). Asimismo, se basa en los hechos y reglas que la conforman de manera general para plantear la solución. Por último, la **interfaz del usuario** es la que permite que se pueda interactuar con el SBC a través del lenguaje natural. Esto es posible gracias a los dispositivos de hardware de entrada y salida que permiten la comunicación entre el SBC y el usuario (Pachamora, 2019).

Por otro lado, cuando se aborda la Biología como objeto de estudio, se pueden identificar diversas disciplinas que conforman su esencia de conocimiento, uno de estos focos principales es la zoología, la cual tiene como objeto de estudio a los animales. Y además de ésta, se encuentra la taxonomía, o bien, la ciencia que se ocupa de la clasificación jerarquizada de los seres vivos

(Martínez, 2020). Por lo tanto, el sistema taxonómico está conformado por niveles o categorías, las cuales agrupan elementos o características comunes de organismos, por lo que reciben el nombre colectivo de taxones. Éstos a su vez se encuentran organizados por un rango que va desde el taxón más inclusivo (reino) hasta el de menor inclusión (especie), así: Reino, filo, clase, orden, familia, género y especie.

El tema de la taxonomía animal se trabaja con los estudiantes que cursan el programa de Biología en la Universidad de Córdoba-Colombia, específicamente en cuarto semestre. La orientación formativa está centrada en la comprensión y utilización de la taxonomía de los animales invertebrados. Ésta les permite identificar las características y a qué categoría taxonómica pertenece un animal en particular. Dentro de las dificultades de aprendizaje identificadas, se pudo establecer que debido a la gran cantidad de organismos invertebrados que existen, y más aún cuando se tratan de identificar las características físicas de un animal en particular, se confunde una especie con otra debido a su aspecto físico y errores de clasificación como integrar una especie en un taxón no correspondiente a ese organismo (Ramírez, 2016).

En general, el desarrollar un Sistema Basado en Conocimiento como apoyo a los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología de la Universidad de Córdoba, ayudará a suplir o tratar este tipo de problemas por medio de consultas simples y especializadas que facilite los procesos de comprensión y aprendizaje de las estructuras taxonómicas (Pereira, Tapia & Medina, 2020).

Capítulo I

Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

El área de Biología posee diversas disciplinas del saber, una de las principales es la zoología, la cual tiene como objeto de estudio a los animales. Y además de ésta, se encuentra la taxonomía, o bien, la ciencia que se ocupa de la clasificación jerarquizada de los seres vivos (Arija, 2012). Por lo tanto, el sistema taxonómico está conformado por niveles o categorías, las cuales agrupan elementos o características comunes de organismos, por lo que reciben el nombre colectivo de taxones (González & Rodríguez, s.f.). Éstos, a su vez, se encuentran organizados por un rango que va desde el taxón más inclusivo (reino) hasta el de menor inclusión (especie), así: Reino, filo, clase, orden, familia, género y especie.

Cuando se aborda el tema de taxonomía animal en el ámbito educativo, muchos estudiantes, a nivel general, que cursan el programa de Biología y tratan esta temática presentan dificultades al realizar actividades taxonómicas por la gran cantidad de organismos animales que existen y por la aparición de individuos híbridos debido a la reproducción entre especies distintas, lo que desencadena una nueva línea de descendencia (Alvarado Reyes, 2007). Según López, Banos y Esteve (2017, p. 1), estas dificultades se hacen mayores cuando se trata de identificar el hábitat, la alimentación o las características de un animal en particular, debido a que muchas especies son parecidas en estos aspectos y el estudiante tiende a confundirse o generar errores en torno a la clasificación taxonómica de ese animal.

De acuerdo con esta problemática, en la Universidad de Córdoba situada en la ciudad de Montería, los estudiantes del programa de Biología, en específico los de cuarto semestre, tratan

temas relacionados con la taxonomía de los animales invertebrados, la cual les permite, entre otras cosas, identificar las características y a qué categoría taxonómica pertenece un animal en particular (González & Rodríguez, s.f.). Aun así, éstos se ven afectados por los diferentes aspectos mencionados anteriormente que dificultan esta actividad. Por lo cual, confunden una especie con otra debido a su aspecto físico, a sus características o cometen errores de clasificación como integrar una especie animal en un taxón no correspondiente a ese organismo (Padilla Álvarez & Cuesta López, 2003, p. 1).

Otra causa muy particular que genera este tipo de dificultad en los estudiantes de la Universidad de Córdoba es la utilización de nombres científicos para identificar a las diferentes especies, los cuales son difíciles de aprender, escribir o memorizar (Pardos, s.f.). Por lo tanto, existen dificultades en los procesos de aprendizaje con relación a esta temática, y es necesario que se propongan alternativas viables que permitan dar con la solución al problema que limita a los educandos a realizar una óptima taxonomía de los animales invertebrados, viéndose afectados sus rendimientos académicos, la comprensión de la taxonomía animal y su importancia en la biología.

Todas estas causas se pueden evidenciar en una encuesta aplicada a esta misma población, de la cual se tomó una muestra de 28 participantes, conformada por 25 estudiantes del programa de Biología y 3 docentes encargados. En ésta se observa que la causa por la cual presentan dificultades en relación con las actividades taxonómicas se debe mayormente a las similitudes físicas que hay entre los diferentes organismos invertebrados, de igual forma, a la diversidad de organismos y a la categorización taxonómica. Además, en la encuesta a docentes se aprecia que, sin duda, estos factores son los que afectan a los estudiantes en torno a dicha temática. Por otra parte, los recursos que utilizan tanto maestros como educandos para realizar

actividades taxonómicas asociadas a los animales invertebrados son pocos, y además la información necesaria para identificar una especie o diferenciarla de otra puede resultar escasa.

Como consecuencia, estas causas inciden de manera negativa en la formación de los biólogos de la Universidad de Córdoba, y dificultan el aprendizaje significativo sobre el tema de taxonomía en cuanto a los animales invertebrados, debido a que dicho tema es importante para el estudio de la diversidad de organismos animales e indispensable en la formación de los estudiantes del programa de Biología (Patiño, 2018). Además, si el problema persiste, los estudiantes carecerán de una comprensión clara acerca de la taxonomía animal y de los conocimientos necesarios en este proceso.

Es por esto, que una de las mejores formas para tratar este tipo de problemas es con la utilización de un sistema basado en conocimiento (SBC) en el desarrollo de los cursos de Biología de la Universidad de Córdoba que facilite la realización de una correcta taxonomía de los animales invertebrados y que favorezca el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a dicha temática. Además, como se trata de un problema complejo, es propicio que se utilice un sistema de este tipo, puesto que son usados para resolver problemas con estas características (Santiago, 2013). Así, es de gran importancia comprender:

Formulación del Problema

¿De qué manera el desarrollo de un Sistema Basado en Conocimiento puede apoyar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología de la Universidad de Córdoba?

Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son las causas que generan dificultades en el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología?
- ¿Cómo se puede llevar a cabo la implementación del Sistema Basado en Conocimiento en áreas a fines de la Biología?
- ¿Cuál es el procedimiento a tener en cuenta para la construcción de un Sistema Basado en Conocimiento?

Capítulo II

Justificación

La taxonomía de los animales invertebrados es un tema complejo. Por esto, para realizar una correcta organización de individuos en categorías taxonómicas se necesita de un dominio del tema, o al menos, de recursos que propicien esta actividad. En consecuencia, a los estudiantes de cuarto semestre de Biología de la Universidad de Córdoba se les dificulta esta labor y tienden a obtener un bajo rendimiento en cuanto a esta temática. Por lo tanto, es necesaria la utilización de un SBC que permita facilitar, en exclusiva, la taxonomía de los animales invertebrados (Montiel & Riveros, 2014). Esto, debido a que los SBC son empleados en la solución de problemas complejos y en la realización de consultas especializadas, brindando al usuario una justificación de la salida o de la respuesta. De esta manera, los estudiantes podrán favorecer su comprensión con respecto al tema tratado y obtener mejores calificaciones durante el semestre escolar.

La creación del SBC y el presente proyecto, corresponden a la línea de investigación: Inteligencia Computacional Aplicada a la Educación, la cual está vigente en el semillero de investigación BIMADINO de la Universidad de Córdoba de la Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales, con lo cual se pretende, efectivamente, solucionar el problema relacionado con la taxonomía de los animales invertebrados, apoyando los procesos de aprendizaje de los estudiantes de Biología en torno a esta temática y facilitar la clasificación de este grupo de animales en particular.

De acuerdo con Santiago (2013), los SBC son de gran importancia debido a que:

Resuelven problemas complejos; emiten respuestas con cierto grado de certeza (incertidumbre); justifican salidas en el caso de dominios problemáticos o críticos; una

vez construido el SBC resulta más barato que el servicio prestado por un experto en el dominio; se utilizan métodos heurísticos para resolver problemas; el mantenimiento es muy reducido; se pueden realizar infinidad de copias una vez concluido el sistema; las técnicas adquiridas se pueden emplear para otros dominios; las soluciones que proporcionan los SBC son más rápidas y objetivas; evitan operaciones incómodas y monótonas. (p. 35).

Por estas razones, la presente investigación pretende desarrollar TAXANIV (Taxonomía de los Animales Invertebrados), un SBC como apoyo a los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de este grupo de animales, con el cual se espera generar un impacto positivo en los estudiantes de cuarto semestre del área de Biología, facilitando la identificación de estos organismos, su organización en las categorías taxonómicas y algunas de sus características. El diseño de este sistema parte de la recolección de información que se encuentra disponible en bibliotecas virtuales, artículos y enciclopedias, relacionadas con los animales invertebrados y su clasificación. La cual es organizada en una red semántica que propicia su transcripción al lenguaje de programación lógica con el que se creará dicho SBC.

A partir de esto, TAXANIV será utilizado en los cursos de Biología de la Universidad de Córdoba, beneficiando no solo a los estudiantes de cuarto semestre sino también a los docentes encargados de impartir esta temática. De tal forma que, TAXANIV sea usado como una herramienta de apoyo al momento de iniciar una clase que se involucre con la taxonomía de los animales invertebrados, promoviendo así, el aprendizaje. Y, asimismo, facilitar el almacenamiento, la utilización y la comunicación de información con respecto al tema. Por lo demás, se espera que este SBC pueda ser aprovechado no solo en la Universidad de Córdoba

para resolver problemas de este tipo, sino también en diferentes instituciones donde se presenten estas dificultades asociadas al área de Biología.

Capítulo III

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un Sistema Basado en Conocimiento como apoyo a los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología de la Universidad de Córdoba.

Objetivos Específicos

- Determinar las causas que generan dificultades en el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología.
- Plantear una estrategia didáctica que permita la aplicación del Sistema Basado en Conocimiento en áreas a fines de la Biología.
- Establecer la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos como esquema formal para la construcción del sistema basado en conocimiento.

Capítulo IV

Marco Teórico

Marco de Antecedentes

En esta sección se hace un recuento de las investigaciones internacionales y nacionales más relevantes y que están relacionadas con el uso de los sistemas basados en conocimiento para resolver problemas en distintos ámbitos como en la industria, en la educación, y específicamente con la taxonomía de los animales. Todas estas investigaciones se convierten en un soporte que fundamentan al presente proyecto; aportando metodologías, herramientas y diferentes perspectivas de los autores que alimentan la estructura y composición del mismo.

Antecedentes Internacionales

García, Bonet, Piñero y León (2007), en su artículo titulado: **Sistemas basados en conocimiento usando prolog**, publicado en la ciudad de la Habana (Cuba), crean sistemas basados en conocimiento con los estudiantes de la licenciatura en ciencias de la computación de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas a través de la utilización del lenguaje de programación lógica (Prolog). Los estudiantes fueron orientados por los docentes y apoyados por expertos humanos en cuanto a la obtención y representación del conocimiento, con lo cual se quiere apoyar la resolución de problemas en diferentes campos.

Por otra parte, los SBC son utilizados en distintas áreas como en la medicina, las ciencias, la ingeniería, la industria, entre otras; y permiten describir y proponer soluciones, de manera rápida, a problemas que presentan cierto grado de complejidad. Además, exponen el proceso de razonamiento que se llevó a cabo para resolver el problema en cuestión. Santiago (2013) muestra un claro ejemplo de esto en su tesis: **Sistema basado en conocimiento para identificar**

problemas complejos y proponer estrategias que mejoren el funcionamiento del proceso de diseño en la industria del vestido en México, publicado en México D. F.

En esta investigación se construye un sistema basado en conocimiento en el cual se integraron cinco módulos que permiten identificar y solucionar los problemas que emergen en la industria. El sistema fue construido a través de la metodología de ingeniería del conocimiento estructurado, con el fin de mejorar el funcionamiento del proceso de diseño del vestido. Este tipo de metodología se convierte en un aporte relevante para la construcción eficaz de sistemas inteligentes y, además, permite el análisis, gestión y desarrollo de éstos.

De manera general, los SBC ayudan a la resolución de múltiples problemas, aun así, estos tienen algunas limitaciones debido a que únicamente tratan un tema en particular y desconocen las demás áreas del saber, disponen de poca creatividad, y se basan mayormente en reglas que lo hacen poco interesante (Soto, s.f.). Aun así, los SBC son herramientas útiles para apoyar la educación y favorecer el aprendizaje. Montiel y Riveros (2014) evidencian esto en su investigación: **Los sistemas expertos en el ámbito educativo**, publicado en la revista Omnia en Maracaibo-Venezuela, la cual tiene como propósito caracterizar el uso de los Sistemas Expertos en el ámbito educativo a través de la utilización de una metodología cualitativa.

Montiel y Riveros (2014) identifican algunas características relevantes, tales como la utilización de Sistemas Expertos para orientar el diseño de modelos instruccionales y la enseñanza asistida por el computador. El primero se basa en las teorías del aprendizaje, por lo que busca facilitar su creación por parte del docente, con el fin de orientarlo en la planificación de una clase. Esto le ayudará a optimizar su trabajo en relación con este aspecto, lo que a la vez favorecerá el aprendizaje de los estudiantes gracias a una buena organización.

Y el segundo, consiste en facilitarle al estudiante el conocimiento a través de la computadora (considerada como un recurso para fomentar el proceso educativo) haciendo que se convierta en el beneficiario principal de la información y apuntar a su aprendizaje (Montiel & Riveros, 2014). Por lo tanto, la utilización de herramientas tecnológicas le permite al estudiante el acceso al conocimiento de una manera más interactiva, lo que beneficia la asimilación de conceptos y el aprendizaje autónomo, siendo así un aporte muy importante.

Además de esto, los SBC pueden ser utilizados para identificar y clasificar a los animales. González y Rodríguez (s.f.) en su artículo: **Sistema experto: Clasificación de animales según su taxonomía**, realizado en la Universidad Carlos III de Madrid, desarrollaron un sistema experto utilizando el paradigma de programación lógica, con el fin de identificar el grupo taxonómico al que pertenece un animal en particular.

En la base de conocimiento del sistema experto se incluyeron diversas especies de animales, aunque algunos no fueron incluidos por la amplitud de su taxonomía. Sin embargo, éste lograba dar una amplia descripción acerca de los animales que se encontraban almacenados en su base de conocimiento. Así, la utilización de sistemas inteligentes en el campo de las ciencias como la biología es de gran utilidad para investigadores que estudian especies animales porque facilita el proceso de su identificación y, por ende, se convierte en un aporte muy importante en cuanto a la realización de actividades asociadas a la taxonomía animal.

Antecedentes Nacionales

Hernández, Urriolagoitia, Hernández y Hernández (2011) en su artículo científico, titulado: **Modelo de sistema basado en conocimiento para apoyo en la investigación y proceso clínico de la diabetes**, publicado en la Revista Colombiana De Biotecnología,

realizaron un breve análisis del conocimiento implicado y del rol que los sistemas basados en el conocimiento han desempeñado, y continúan desempeñando, en apoyo a los procesos asociados a la solución de problemas. Adicionalmente, con la perspectiva sistémica con respecto al conocimiento y recursos necesarios en prácticas clínicas y de laboratorio, proponen un modelo sistémico capaz de apoyar la investigación y el proceso clínico de la diabetes. Todo esto, debido a que los sistemas basados en conocimiento son herramientas útiles en la solución de situaciones difíciles o complejas.

Por otra parte, se evidencia el uso de Prolog como un lenguaje de programación orientado a objetos y representado a través del lenguaje natural, lo que permite que sea un importante y robusto lenguaje de programación. Gil y Martínez (2013) en su artículo: **El uso de Prolog en el aula: de lógica a inteligencia artificial**, realizado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá), tiene como objetivo recuperar las características de Prolog como una herramienta educativa que permite la construcción de conocimientos en áreas como la programación, algoritmos, inteligencia artificial y establecer conexiones entre los diferentes programas académicos y las asignaturas del programa de Tecnología de Sistematización de Datos.

Principalmente se utiliza el paradigma de programación lógica, el cual favorece el aprendizaje de deducciones, algoritmos y sistemas expertos. Por ende, la aplicación de Prolog en la educación posibilita el potenciamiento del pensamiento lógico y permite el desarrollo de destrezas en la resolución de problemas. Por lo tanto, es un aporte a tener en cuenta, debido a que Prolog es una herramienta adecuada para la construcción de sistemas inteligentes al brindar un marco de programación flexible y poderoso, además de utilizar una estructura secuencial y procesar el lenguaje natural.

Patiño (2018) en su investigación: **Enseñanza y Aprendizaje del concepto de clasificación taxonómica de los seres vivos a partir de la indagación de conceptos previos en grado sexto**, realizada en la Universidad Nacional de Colombia (Manizales), se optimiza el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de clasificación taxonómica de los seres vivos (como objetivo principal) a través de la implementación de estrategias metodológicas dentro de una unidad didáctica aplicando actividades metacognitivas, conceptuales y argumentativas. La investigación es desarrollada bajo un enfoque mixto con prevalencia cualitativa, puesto que se implementa un cuestionario por el cual se obtienen los puntos de vista de los estudiantes con respecto a la temática, y partiendo de esto se realiza un análisis correspondiente.

Como aporte, el diseño de una unidad didáctica es fundamental a la hora de enseñar un tema en particular, por lo que, los estudiantes pueden aprender y realizar actividades de una manera más sencilla y práctica. Además, el uso de estrategias metodológicas permite optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, es importante tener en cuenta todas estas maneras de abarcar una temática por su utilidad al momento de aplicar un sistema basado en conocimiento en el aula como apoyo al aprendizaje de la taxonomía animal y a la realización de actividades de acuerdo a ello.

En conclusión, los SBC pueden ser utilizados en muchos ámbitos, estos permiten resolver problemas específicos que presenten cierto grado de dificultad. En el ámbito educativo, estos favorecen la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes, suministrando información al usuario para atender sus necesidades académicas (Montiel & Riveros, 2014). Del mismo modo, se pueden utilizar en el apoyo docente al realizar la planificación de su plan de clases a través del diseño instruccional, facilitando la realización de esta actividad de forma atractiva y muy eficiente. Por otra parte, los SBC tienen la capacidad de mostrar el proceso de razonamiento

realizado a través del cual se llegó a una conclusión o solución de algún problema. A través de la interfaz del usuario, evidencia toda esta información de manera agradable y entendible, de tal manera que el usuario pueda comprender su funcionalidad.

Marco Normativo

Programa de Biología de la Universidad Córdoba

La Universidad de Córdoba consta con un registro calificado como proceso obligatorio para ofrecer y desarrollar el Programa de Biología, cuya resolución se identifica con el número 11919 del 8 de julio de 2018. A través del cual el Estado podrá verificar el cumplimiento de las condiciones de calidad del programa y resolver la solicitud de Acreditación de Alta Calidad del mismo. El programa se ofrece en la ciudad de Montería con 167 créditos durante diez semestres. Cuenta actualmente con 35 promociones y 712 egresados, asimismo con un número matriculado de estudiantes de 479, lo cual evidencia su pertinencia en el contexto y su respuesta de la demanda a la oferta del programa.

De acuerdo con la Ley 30 de 1992 para el reconocimiento de las instituciones de educación superior se requiere una Facultad de Ciencias Básicas que ofrezca programas en Biología, Química, Física y Matemática, lo cual hizo pertinente la apertura del pregrado en Biología en la Universidad de Córdoba. Asimismo, la Ley 22 de septiembre 17 de 1984, reconoce y reglamenta la Biología como una profesión de Educación Superior.

La Universidad de Córdoba, a través del cumplimiento de estas condiciones, aspira a continuar con la formación de profesionales, capaces de utilizar los principios, conocimientos y técnicas propios de las diferentes disciplinas que tributan a la Biología, tales como la Biología Celular, la Biología Molecular, la Morfofisiología, la Genética, la Ecología, la Biotecnología,

para la investigación, la aplicación práctica, la enseñanza, la asesoría o consultoría y la administración en materias referentes a los seres vivos, a su naturaleza, su composición, sus propiedades, su funcionamiento o sus transformaciones; a las relacionadas entre los seres vivos y a las de éstos y el ambiente que los rodea, tal como lo establece la ley 22 de 1984.

Las Ciencias Naturales en la Educación Básica y Media

Por otro lado, la Ley General de Educación en su Artículo 23, establece como área obligatoria y fundamental del conocimiento y de la formación que se tendrá que ofrecer de acuerdo con el currículo y el Proyecto Educativo Institucional en la educación básica, a las Ciencias Naturales y Educación Ambiental, la cual hace parte de las áreas que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios. Así mismo, en el Artículo 31, establece como área obligatoria y fundamental de la educación media a las Ciencias Naturales en un nivel avanzado, de tal manera que los estudiantes puedan intensificar su conocimiento en ella de acuerdo a lo concerniente en el Parágrafo del presente artículo y en el Artículo 30 que establece como objetivo específico de la educación media académica la profundización en conocimientos avanzados de las ciencias naturales.

Marco Contextual

De acuerdo con Rueda, Alonso, Guerra y Martínez (2014), cuando se habla de contexto se refiere a entornos amplios que integran factores globales como la cultura, las políticas a nivel nacional, y las entidades y tendencias de origen internacional. Asimismo, a las condiciones y elementos relacionados con los agentes implicados en el mismo. Por otra parte, el Diccionario RAE (2014), citado por Rueda et al., (2014, p. 22) el contexto hace referencia a un “entorno

físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considera un hecho”.

Por lo tanto, para la realización del marco contextual se tienen en cuenta estos aspectos mencionados anteriormente, los cuales componen de manera general el entorno en el que se desenvuelve un trabajo de investigación; conteniendo así, aspectos sociales, económicos, culturales e históricos que permiten entender de una manera más amplia el objeto de estudio de la investigación (Castillo, s.f.).

En este sentido, la presente investigación titulada “TAXANIV: Sistema basado en conocimiento como apoyo a los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados”, se desarrollará en la Universidad de Córdoba con estudiantes de cuarto semestre del Programa de Biología, adscrito a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Córdoba, el cual fue creado mediante Acuerdo No. 017 de 8 de mayo 1.998 y autorizado su funcionamiento según Acuerdo número 0022 del 03 de junio de 1999 del Consejo Superior; es un programa de formación universitaria en modalidad presencial, con una duración de diez (10) semestres académicos de conformidad al registro en el Sistema de Información del ICFES N°. 111345740002300111100 de mayo de 1999.

Por su parte, la Universidad de Córdoba se encuentra acreditada de alta calidad, y está ubicada en el departamento de Córdoba, en la ciudad de Montería con Dirección: Carrera 6ª #77-305, actualmente en la Finca Nueva York, kilómetro 3, vía que comunica al municipio de Cereté con la ciudad. En cuanto a su misión, la Universidad de Córdoba es una institución pública de educación superior que forma integralmente personas capaces de interactuar en un mundo globalizado, desde el campo de las ciencias básicas, asociadas a la producción agroindustrial, las ingenierías, las ciencias sociales, humanas, la educación y la salud; genera conocimiento en

ciencia, tecnología, arte y cultura y contribuye al desarrollo humano y a la sostenibilidad ambiental de la región y del país. Y su visión es ser reconocida como una de las mejores instituciones públicas de educación superior del país por la calidad de sus procesos académicos y de gestión institucional, orientada al mejoramiento de la calidad de vida de la región, mediante la ejecución y aplicación de proyectos de investigación y extensión en cooperación con el sector productivo.

La Universidad de Córdoba se encuentra regida por principios como la autonomía, integralidad, responsabilidad, tolerancia, transparencia e idoneidad. Y sus inicios se remontan a finales de la década de los 50 y comienzos de los años 60 con la iniciativa del bacteriólogo Elías Bechara Zainúm de crear una institución de educación superior para jóvenes bachilleres del departamento de Córdoba. Con lo cual, en 1996 se expidió la ley 37 por parte del Congreso de la República por medio de la cual se le da el carácter de entidad autónoma y descentralizada. Asimismo, se le dio el carácter nacional en el año 1970 por haber sido creada mediante la Ley de la República.

Más adelante en el año 1993 la universidad les brinda la posibilidad a sus egresados de realizar estudios de posgrados, inicialmente en convenio con otras universidades hasta la construcción de sus propios programas. Y actualmente, las diferentes facultades ofrecen 8 especializaciones, 11 maestrías y 3 doctorados, con lo cual se contribuye al progreso social, económico y cultural del departamento de Córdoba.

Marco Conceptual

Los Sistemas

Los sistemas son definidos por Ferrater (1979), citado por Santiago (2013, p. 6), como un conjunto de elementos que están organizados e interrelacionados entre sí y cumplen un objetivo en específico; esta definición es una de las más conocidas y común que podemos encontrar. De acuerdo con Bembibre (2008): “es un conjunto de funciones que operan en armonía o con un mismo propósito, y que puede ser ideal o real”. Además, los sistemas están regidos por normas o reglas que regulan su funcionamiento y, éstos pueden ser entendidos, aprendidos y enseñados.

Las definiciones que los autores dan a cerca de los sistemas son semejantes y concuerdan la una con la otra. Esto da a entender que, generalmente, la definición más veraz es la que señalan Ferrater y Bembibre, y lo más seguro, es que existan otros autores que también presenten declaraciones relacionadas a éstas. Van Gigch (1978), citado por Zalazar (s.f.) define un sistema como “una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada...”, por lo tanto, la definición de Santiago se empleará en el presente trabajo, con el fin de dar introducción a las clases de sistemas y dar paso a los sistemas basados en conocimiento.

Los Sistemas Artificiales

Los sistemas artificiales son aquellos que residen de la acción humana o que han sido creados por el hombre a través de un proceso de diseño. Y es por esta sencilla razón que estos sistemas se diferencian de los sistemas naturales (Heskett, 2008). En un artículo electrónico se encuentran dos definiciones sobre los sistemas artificiales, pero ambos son parecidos, e incluso con el que propone Heskett. De acuerdo con Rojas (2015), los sistemas artificiales son aquellos que se han desarrollado bajo un sistema normativo, tecnológico y económico en el que existe una fuerza externa que, directa o indirectamente, es controlada por el ser humano. Y desde la Teoría General de Sistemas (TGS) los sistemas artificiales son aquellos que han sido creados por el hombre, y que cumplen la función de interactuar con un sistema social. Por lo tanto, se utilizará

la definición dada por Heskett para contextualizar y dar paso a los sistemas basados en conocimiento.

Sistemas Basados en Conocimiento (SBC)

De acuerdo con Palma & Marín (2008), citado por Santiago (2013, p. 32) los sistemas basados en conocimiento son cuerpos de programas que pretenden imitar e incluso superar a un experto humano en cuanto al conocimiento para resolver un problema específico en un área determinada. Román, Crespo y García (s.f.), definen un sistema basado en conocimiento como un tipo de sistema inteligente, en el sentido de almacenar, gestionar, estar relacionado con el saber o capacidades humanas.

Agarwal (2014), citado por Proaño, Saguay, Jácome y Sandoval (2017), menciona que los sistemas basados en conocimiento son programas capaces de pensar y de comportarse como un ser humano gracias a la aplicación de la inteligencia artificial. Por lo tanto, son útiles en la resolución de problemas complejos en que la utilización de la programación convencional no se podría llevar a cabo debido al gran consumo de memoria y el procesamiento de datos, así como el tiempo invertido en el mismo (Proaño et al., 2017).

Según Intriago (2018), los sistemas basados en conocimiento pueden manipular una gran cantidad de información que para una persona experta en un área determinada no es posible; además, se vería limitada en cuanto a ello. Es así como estos sistemas brindan mejores resultados a la hora de tratar un problema específico, ofreciendo un margen de error reducido, en menor tiempo y de fácil comprensión.

Por otra parte, Segreto (2016), menciona que los sistemas basados en conocimiento fueron denominados Sistemas Expertos debido a que el conocimiento con el cual eran

construidos provenía mayormente de expertos humanos en un dominio determinado, y además porque manipulaban información bastante sofisticada. Por ende, el término sistema experto es tomado como sinónimo de sistema basado en conocimiento y viceversa; sin embargo, dependiendo de su aplicabilidad tendrán cierta diferencia. González y Rodríguez (s.f.) señalan que con la utilización de estos sistemas expertos se pueden obtener conclusiones favorables de manera rápida y sencilla que giren en torno a la solución de un problema. Además, su aplicación no está limitada, ya que se pueden implementar en cualquier campo de las ciencias permitiendo la satisfacción de los usuarios que lo requieran.

Base de Conocimiento (BC)

Laureano Cruces y Espinosa Paredes (2005) citado por Santiago (2013, p. 34) en su tesis, definen la base de conocimiento como aquella donde se almacena el conocimiento que suministra un experto humano de un dominio específico o área determinada. La BC consta de una base de datos o memoria de trabajo que administra el conocimiento, y a partir de la información facilitada, deduce o toma una decisión para solucionar un problema. Alonso et al., (2004), citado por Santiago (2013, p. 34), señala que esta información es suministrada a través de la representación del conocimiento, que consiste en llevarla a dicha BC por medio de una sintaxis o lenguaje de programación.

Proaño, et al., (2017), menciona que la base de conocimiento es aquella que contiene el conocimiento relacionado con un problema específico en el que el sistema es experto, y que es representado mediante la lógica de predicados o lógica de proposición con la cual se clasifica el conocimiento en hechos y reglas. De acuerdo con este tipo de información el sistema basado en conocimiento es construido.

Motor de Inferencia (MI)

Mora Torres (2007) establece que el motor de inferencia es el que realiza un proceso de razonamiento usando el conocimiento suministrado en la BC con el fin de resolver un problema específico. El MI se basa en los hechos y reglas que la conforman de manera general para plantear la solución. En otras palabras, es el que se encarga de modelar el proceso de razonamiento humano. Éste realiza un proceso de unificación que consiste en relacionar la consulta realizada por el usuario con los datos que se encuentran en la BC y brindar la respuesta apropiada.

Por su parte, Rodríguez (2017), citado por Intriago (2018), menciona que el motor de inferencia es el que permite la toma de decisiones del sistema basado en conocimiento. Celeste, Gonnet y Leone (2019), señalan que el motor de inferencia se encarga de responder a las consultas realizadas por el usuario partiendo del conocimiento suministrado como base. Por lo tanto, simula la manera como un experto puede solucionar un problema mediante algoritmos.

Interfaz de Usuario

La interfaz del usuario es la que permite que se pueda interactuar con el SBC a través del lenguaje natural. Esto es posible gracias a los dispositivos de hardware de entrada y salida que permiten la comunicación entre el SBC y el usuario. Según Laureano Cruces, Velasco Santos, Mora Torres y Acevedo Moreno (2009), citado por Santiago (2013, p. 35), es el medio por el cual se otorga la información que se desee consultar de acuerdo con un dominio específico de manera agradable y explícita. Proaño, et al., (2017), menciona que la interfaz de usuario es aquella por la cual el sistema basado en conocimiento puede interactuar con el usuario. Por lo

tanto, en la creación del SBC es importante integrar esta parte, de tal manera que su utilidad sea sencilla y fácil de comprender para quien lo manipule.

Prototipos Evolutivos

Cahuana (2018) define los prototipos evolutivos como un modelo de desarrollo evolutivo, el cual inicia con la determinación de los objetivos generales del software para luego identificar los requerimientos de éste y plantear de manera rápida una serie de fases de construcción y presentación del modelado. Así, el prototipo construido debe servir como un mecanismo en la definición de requisitos para finalmente presentar un programa completo con miras hacia la calidad.

Por su parte, Hernández (2017), menciona que “el modelo de prototipos evolutivos implementa una estructura básica del software final y va evolucionando conforme van surgiendo nuevas necesidades y requerimientos”, por lo que, la construcción del software se convierte en un proceso continuo que hace parte del ciclo de vida de éste hasta obtener un producto final de ingeniería. García, García y Vázquez (2020), dan peso a la afirmación de Hernández (2017) al mencionar que el prototipo evolutivo se debe convertir en el sistema que se usará al final, el cual evoluciona eventualmente cumpliendo así con un ciclo de vida iterativo.

Taxonomía Animal

Arija (2012) hace un aporte muy importante en el presente trabajo al dar una definición bastante concreta y completa de lo que es la taxonomía, permitiendo así tener claridad sobre el concepto de taxonomía para poder utilizarlo en el proyecto. Arija define:

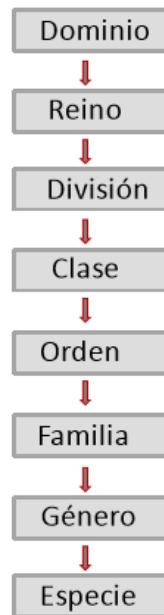
La Taxonomía es quien se encarga de describir, identificar y clasificar a los organismos en un sistema jerarquizado e inclusivo. Cada nivel de este sistema se denomina categoría

taxonómica y las diferentes categorías se incluyen unas dentro de otras, desde la categoría fundamental (especie) hasta otras de mayor rango como género, familia, orden, clase, phylum (filo o división) y reino. Según aumenta la complejidad de las clasificaciones van apareciendo categorías intermedias como subphylum, superclase, subclase, infraclase, superorden, suborden, superfamilia, subfamilia e incluso subespecie. Todas estas categorías taxonómicas y los elementos que contienen reciben el nombre genérico de taxones. (p.3).

Pachés (2019), menciona que la taxonomía es una disciplina científica que busca clasificar a los seres vivos con relación a las características que éstos comparten. En otras palabras, la taxonomía busca agrupar a los organismos que tienen rasgos similares entre sí y asignar un nombre a ese grupo. A cada agrupación se le conoce como taxón, y cada uno de éstos se encuentran organizados de manera jerárquica, iniciando desde un nivel superior a un nivel inferior; entendiéndose por nivel superior a aquellos en los que sus miembros tienen menos similitud entre sí, y por inferior a los que poseen mayor semejanza. Ver Figura 1.

Figura 1

Estructura jerárquica de los taxones



Nota. Figura tomada de: Pachés, M. (2019). *Sistema de clasificación de los seres vivos*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/118401>

Aprendizaje de la Taxonomía de los Animales Invertebrados

Patiño (2018) señala que es necesario implementar estrategias metodológicas definidas en una unidad didáctica que lleve a cabo la aplicación de actividades metacognitivas, conceptuales y argumentativas, ya que de esta manera se optimizará el proceso de enseñanza-aprendizaje en relación con esta temática. Cabe resaltar que esta no es la única manera de abordar el concepto de taxonomía, sin embargo, la elaboración de una unidad didáctica permitiría la organización de los contenidos, los objetivos, las tareas y los métodos de manera clara y coherente para el desarrollo de ésta.

No obstante, Antoni, Oliveros y Doménech (2017) obtienen en sus resultados que, en el aprendizaje de la taxonomía los estudiantes pueden presentar dificultades si no se tienen en cuenta los mecanismos de evolución y sus consecuencias, ya que este tema abarca ramas y

conjuntos de razas de especies que son importante conocer. Por otra parte, es necesario plantear estrategias didácticas que ayuden a los estudiantes a comprender el sistema de clasificación y que lo puedan aplicar al contexto de los seres vivos.

Capítulo V

Metodología

Tipo y Generalidades de la Investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa por lo que busca desarrollar un sistema basado en conocimiento para apoyar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados, recurriendo a la observación, formulación de hipótesis y realización de encuestas a estudiantes y docentes encargados para determinar las causas que dificultan el aprendizaje en torno a esta temática. De tal forma que la información obtenida sea organizada y analizada con lo cual se llegará a la descripción y explicación del objeto de estudio de forma precisa (Mousalli, 2016).

Además, utiliza un enfoque de investigación aplicada, debido a que no pretende generar un conocimiento nuevo sino resolver un problema específico con la utilización de estrategias o conocimientos existentes que permitan lograr los objetivos propuestos en la investigación. Asimismo, parte de la realización de un marco teórico como base en la solución del problema (Cordero Vargas, 2009). Según Ander-Egg (2011): “La investigación aplicada busca el conocer para hacer, actuar (modificar, mantener, reformar o cambiar radicalmente algún aspecto de la realidad social)” (p.43).

Diseño de la Investigación

Fidias G. Arias (2012), establece que: “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p.34). Por lo tanto, el propósito de este diseño de investigación es

demostrar que los efectos producidos en la variable dependiente fueron ocasionados al manipular la variable independiente.

La presente investigación se realiza aplicando un diseño de investigación experimental, por lo que permite el sometimiento de un grupo determinado de estudiantes a una serie de pruebas utilizando el sistema basado en conocimiento, observando así el efecto que tiene éste en los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de biología (Mousalli, 2016). Teniendo en cuenta esto, el proyecto se lleva a cabo en tres momentos:

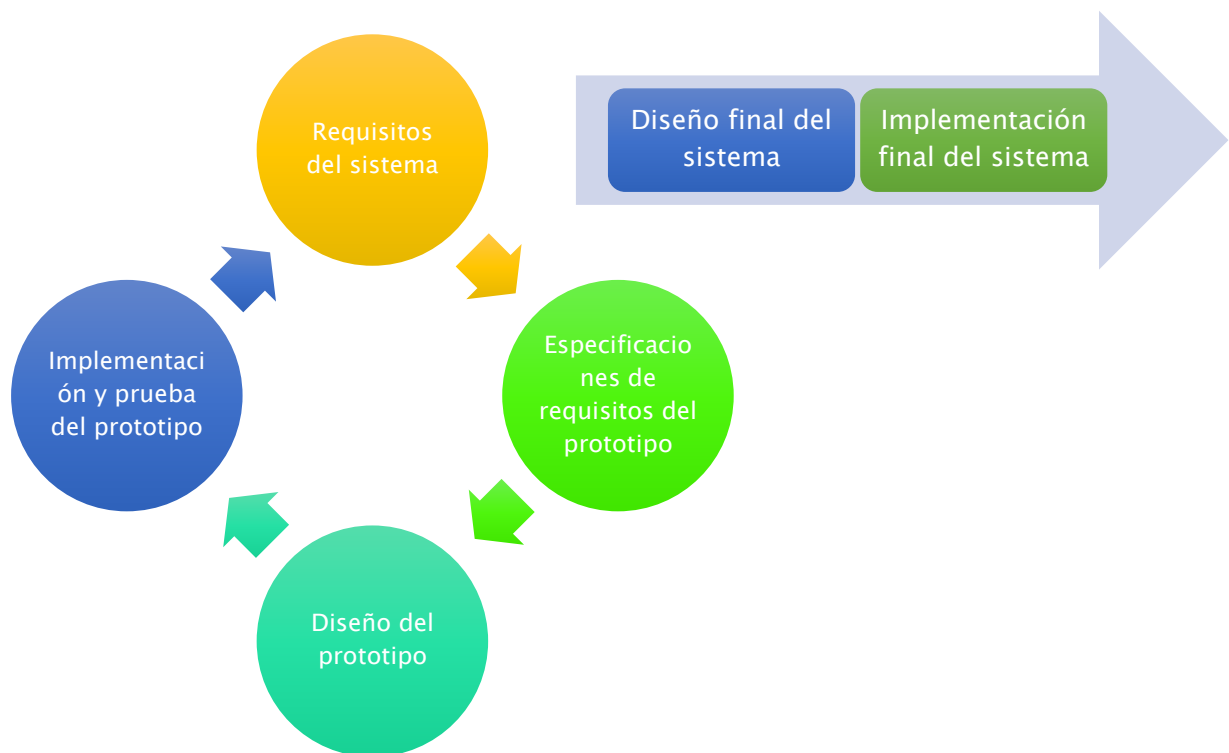
En el primer momento, es necesario realizar un recuento de investigaciones científicas como base para generar una noción del problema. Posteriormente a esto, se aplica una encuesta a estudiantes y docentes para recolectar datos relevantes en cuanto al proceso de aprendizaje de las taxonomías de los animales invertebrados. Dichos datos son organizados en tablas para una mejor comprensión de éstos; lo cual permite hacer un análisis del objeto de estudio e identificar las causas que generan dificultades en el aprendizaje del tema en cuestión, y realizar un informe final de los resultados obtenidos.

En el segundo momento, luego de la realización del informe y de determinar las causas del problema, se plantea una estrategia didáctica que permita la aplicación del sistema basado en conocimiento dentro de áreas a fines de la biología; partiendo de la selección de grupos focalizados de estudiantes y de seguimiento, en el que el primer grupo hace uso del sistema basado en conocimiento, mientras que el segundo no. De esta manera, se confrontan los dos grupos de estudiantes través de una evaluación para verificar si los resultados obtenidos del primer grupo son óptimos en comparación al segundo grupo.

Finalmente, en el tercer momento, se desarrolla el sistema basado en conocimiento utilizando la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos, la cual permite implementar un sistema de manera parcial y que puede ser construido rápidamente a través de una serie de fases. A partir de esto, los estudiantes podrán utilizarlo en sus actividades y proveer retroalimentación acerca del funcionamiento de este; con lo cual se le realizarán ajustes, cambios o modificaciones al sistema. Ver Figura 2.

Figura 2

Ciclo de vida del prototipado evolutivo



De acuerdo con lo anterior, en la primera fase (investigación preliminar) que comprende esta metodología se identifica la problemática asociada con la taxonomía de los animales invertebrados, la importancia y el efecto de la misma; lo cual se realizará en el primer momento

mencionado anteriormente. A partir de esto se tienen en cuenta los requerimientos o necesidades que tengan los estudiantes en relación con dicha temática para el desarrollo del sistema basado en conocimiento.

En la segunda fase (definición de los requerimientos del sistema), se hace un diseño básico del sistema basado en conocimiento para su posterior construcción; el cual se toma como prototipo inicial del proyecto. Luego de esto, se verifica el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta la definición de sus requerimientos, de tal manera que, si los estudiantes encuentran fallas se realicen los cambios correspondientes a dicho prototipo hasta hacerlo estable, completo y de calidad.

Población y Muestra

Según Ventura-León (2017): “La población es un conjunto de elementos que contienen ciertas características que se pretenden estudiar” (p.648). Y, por otra parte, citando al mismo autor, la muestra es un subconjunto de la población que se encuentra conformada por entidades de estudio. En este sentido, la población sobre la cual se realiza el estudio, la constituye el programa de Biología de la Universidad de Córdoba. Y la muestra está conformada por docentes y estudiantes de cuarto semestre; la cual fue seleccionada de manera probabilística o al azar (Otzen & Manterola, 2017). Teniendo así un total de 28 participantes, con lo cual 25 son estudiantes y 3 son docentes encargados.

Técnicas e Instrumentos

Encuesta

Según López-Roldán y Fachelli (2015): “La encuesta se considera en primera instancia como una técnica de recogida de datos a través de la interrogación de los sujetos cuya finalidad

es la de obtener de manera sistemática medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática” (p.8). De esta manera, a través de la encuesta se determinarán las causas que generan la problemática asociada a la taxonomía de los animales invertebrados, cuyo instrumento a utilizar será un cuestionario mixto, el cual cuenta con preguntas abiertas y cerradas.

Capítulo VI

Resultados

En atención al primer objetivo específico de la presente investigación: **Determinar las causas que generan dificultades en el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados en los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología**, se llevó a cabo la aplicación de una encuesta a estudiantes y docentes, con la cual se recopilaron diferentes datos que permitieron identificar las causas que generan estas dificultades, así como también los recursos que se utilizan, y la opinión de los participantes en cuanto a la implementación de un recurso tecnológico como apoyo a esta temática. La población fue conformada por un total de 38 individuos, y se tomó una muestra de 28 participantes; con lo cual se tendrían 3 docentes y 25 estudiantes. Esta información fue organizada por medio de tablas y gráficas para su posterior análisis e interpretación.

Encuesta Aplicada a Estudiantes

Teniendo en cuenta la primera pregunta de la encuesta a estudiantes, se evidencia que éstos efectivamente presentan dificultades en cuanto a la taxonomía de los animales invertebrados, ya que el 64% de los estudiantes afirma que algunas veces se les dificulta la realización de las actividades taxonómicas, el 24% afirma que casi siempre y el 12% siempre. En la Tabla 1 y Figura 3 se muestra dicha información:

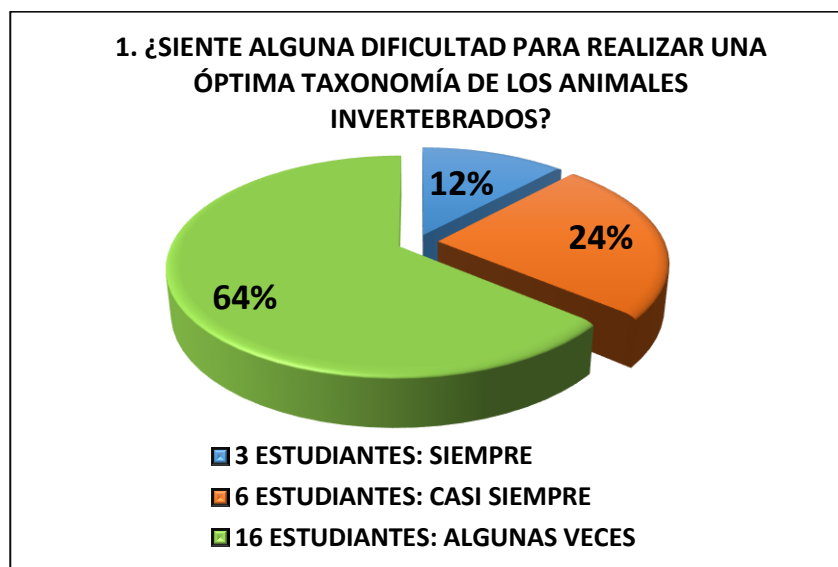
Tabla 1

Resultado de la primera pregunta de la encuesta a estudiantes

1. ¿Siente alguna dificultad para realizar una óptima taxonomía de los animales invertebrados?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
SIEMPRE	3	12%
CASI SIEMPRE	6	24%
ALGUNAS VECES	16	64%
TOTAL	25	100%

Figura 3

Resultado de la primera pregunta de la encuesta a estudiantes



En la segunda pregunta, de acuerdo con las causas del problema, el 80% de los estudiantes afirma que las dificultades que presentan se deben a las características físicas similares de las especies invertebradas. Por otra parte, el 8% afirma que las causas se deben a los nombres científicos de los animales, el 4% a la diversidad de organismos y otro 8% a la categorización taxonómica. Ver Tabla 2 y Figura 4.

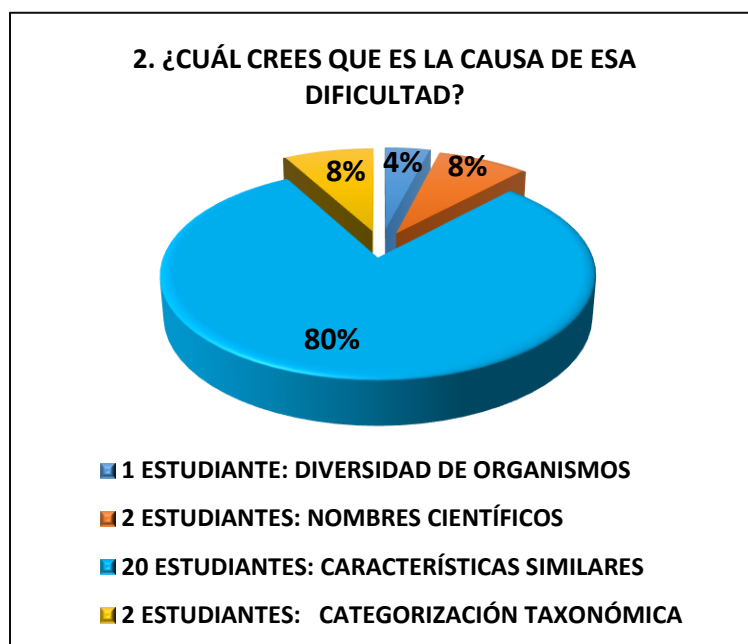
Tabla 2

Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a estudiantes

2. ¿Cuál crees que es la causa de esa dificultad?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
DIVERSIDAD DE ORGANISMOS	1	4%
NOMBRES CIENTÍFICOS	2	8%
CARACTERÍSTICAS SIMILARES	20	80%
CATEGORIZACIÓN TAXONÓMICA	2	8%
TOTAL	25	100%

Figura 4

Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a estudiantes



En relación a la tercera pregunta sobre los recursos utilizados por los estudiantes, se evidencia que la mayor parte, es decir, el 72%, solo utilizan libros como recursos en el desarrollo de actividades asociadas a la taxonomía de los invertebrados, el 12% utiliza internet y a la vez libros, el 4% recurre a los videotutoriales, y otro 12% utiliza el internet. Ver Tabla 3 y Figura 5.

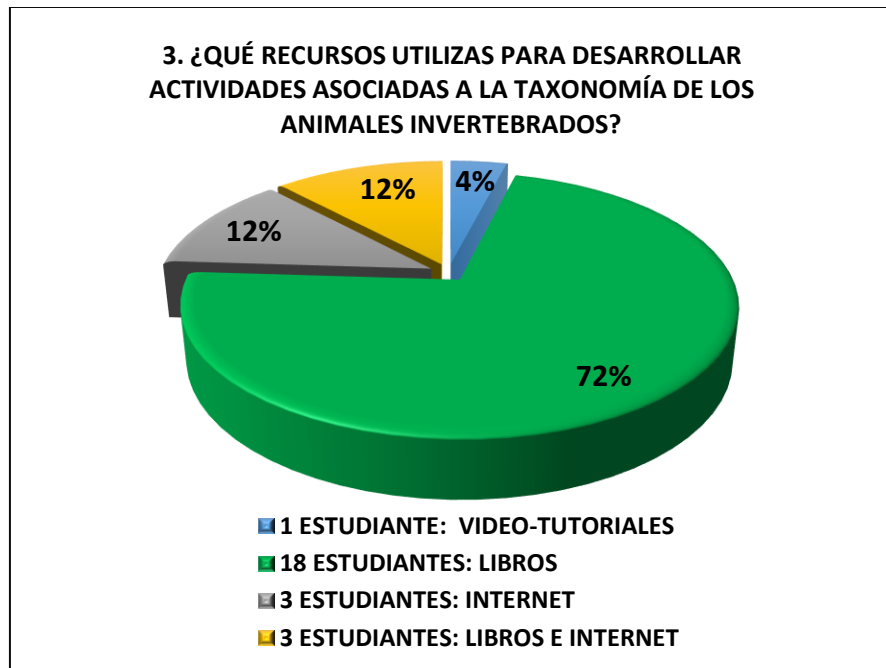
Tabla 3

Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a estudiantes

3. ¿Qué recursos utilizas para desarrollar actividades asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
VIDEOTUTORIALES	1	4%
LIBROS	18	72%
INTERNET	3	12%
LIBROS E INTERNET	3	12%
TOTAL	25	100%

Figura 5

Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a estudiantes



Finalmente, en la cuarta pregunta de la encuesta a estudiantes, el 100% responde que sí es importante la implementación de un recurso tecnológico como apoyo al desarrollo de actividades asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados, con lo cual se evidencia la necesidad de implementar un recurso adicional a los utilizados por los estudiantes para favorecer esta labor.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4 y Figura 6.

Tabla 4

Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a estudiantes

4. ¿Considera usted que la implementación de un recurso tecnológico es importante para apoyar el tema asociado con la taxonomía de los animales invertebrados?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	25	100%
NO	0	0%

TOTAL	25	100%
--------------	-----------	-------------

Figura 6

Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a estudiantes



Encuesta Aplicada a Docentes

De acuerdo con la primera pregunta en la encuesta a docentes, se observa que el 100% considera que el tema de taxonomía animal es de vital importancia en la formación de los biólogos de la Universidad de Córdoba. Por lo tanto, implementar un recurso tecnológico que facilite la realización de actividades asociadas a esta temática logra tener un impacto positivo en las aulas del programa de Biología. A continuación, se muestra dicha información en la Tabla 5 y Figura 7.

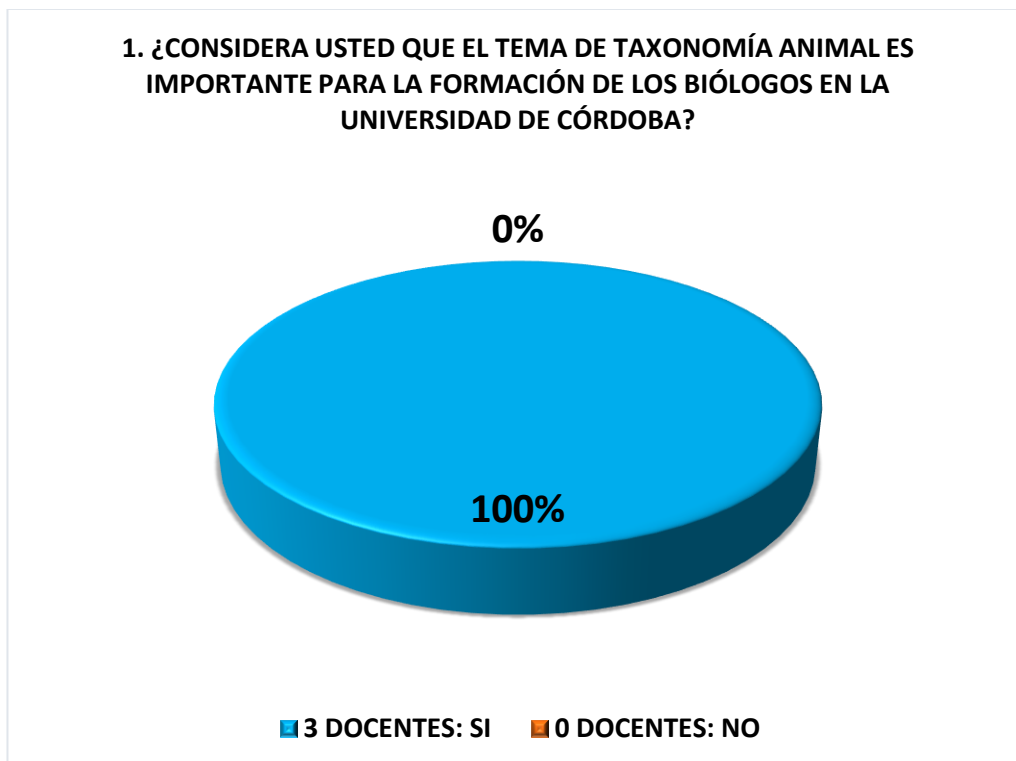
Tabla 5

Resultado de la primera pregunta de la encuesta a docentes

1. ¿Considera usted que el tema de taxonomía animal es importante para la formación de los biólogos en la universidad de córdoba?		
REPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	3	100%
NO	0	0%
TOTAL	3	100%

Figura 7

Resultado de la primera pregunta de la encuesta a docentes



En relación con la segunda pregunta de la encuesta sobre el problema que los docentes consideran que presentan los estudiantes al clasificar a los animales invertebrados, el 33,3% responde que las causas de dicho problema se deben a la diversidad de organismos, otro 33,3% afirma que son las características físicas similares y, por último, otro 33,3% afirma que la categorización taxonómica. En la Tabla 6 y Figura 8 se muestra dicha información.

Tabla 6

Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a docentes

2. ¿Cuál crees usted qué es el problema que presentan los estudiantes para clasificar a los diferentes animales invertebrados?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
DIVERSIDAD DE ORGANISMOS	1	33,3%
NOMBRES CIENTÍFICOS	0	0%
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS SIMILARES	1	33,3%
CATEGORIZACIÓN TAXONÓMICA	1	33,3%
TOTAL	3	100%

Figura 8

Resultado de la segunda pregunta de la encuesta a docentes



De acuerdo con la tercera pregunta, se observa que la mayor parte de los docentes, es decir, el 67%, utilizan solo libros y el 33% usa internet y a la vez libros en el desarrollo de las clases en relación a la temática hablada. Esto deja ver que los recursos utilizados son pocos, por lo que la implementación de un recurso adicional es beneficioso en el proceso de enseñanza. Ver Tabla 7 y Figura 9.

Tabla 7

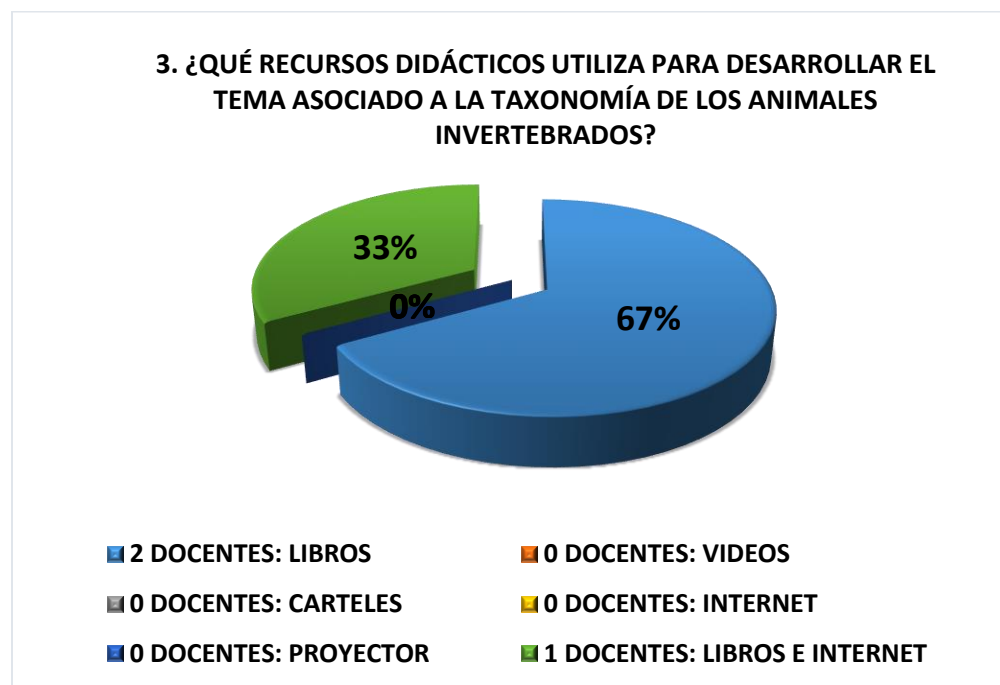
Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a docentes

3. ¿Qué recursos didácticos utiliza para desarrollar el tema asociado a la taxonomía de los animales invertebrados?		
RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
LIBROS	2	67%
VIDEOS	0	0%

CARTELES	0	0%
INTERNET	0	0%
PROYECTOR	0	0%
LIBROS E INTERNET	1	33%
TOTAL	3	100%

Figura 9

Resultado de la tercera pregunta de la encuesta a docentes



Finalmente, en relación con la cuarta pregunta de la encuesta a docentes sobre la importancia de implementar un recurso tecnológico como apoyo al aprendizaje de la taxonomía, el 100% responde de manera afirmativa, considerando que sí es necesario. En la Tabla 8 y Figura 10 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 8

Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a docentes

4. ¿Considera usted que la implementación de un recurso tecnológico es importante para apoyar el tema asociado con la taxonomía de animales invertebrados?		
REPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	3	100%
NO	0	0%
TOTAL	3	100%

Figura 10

Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta a docentes



A manera de conclusión, se observa que la causa por la cual los estudiantes de cuarto semestre del programa de Biología de la Universidad de Córdoba se les dificultan las actividades

taxonómicas, se debe mayormente a las similitudes físicas que hay entre los diferentes animales invertebrados, así como también a la diversidad de organismos y a la categorización taxonómica. Además, en la encuesta docentes, se aprecia que, ciertamente, estos factores son los que afectan a los estudiantes en el desarrollo de actividades de este tipo. Por otro lado, los recursos que utilizan tanto maestros como educandos al realizar actividades taxonómicas asociadas a los animales invertebrados son pocos, y la información necesaria para identificar una especie o diferenciarla de otra puede resultar escasa. Por lo tanto, es necesario que éstos se doten de nuevos recursos que faciliten dicha taxonomía animal y que favorezcan sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, en atención al segundo objetivo específico de la investigación: **Plantear una estrategia didáctica que permita la aplicación del Sistema Basado en Conocimiento en áreas a fines de la Biología**, se elaboró una unidad didáctica que articula un paso a paso del proceso enseñanza-aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados mediante el uso del SBC TAXANIV. Asimismo, la organización del salón, de los estudiantes y la actitud de los docentes con relación a dicho proceso. A continuación, se muestra la unidad didáctica:

Unidad didáctica: Utilización del sistema basado en conocimiento TAXANIV para el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados

Objeto de Estudio

Aprender la utilización del sistema basado en conocimiento TAXANIV para la realización de consultas simples y especializadas acerca de la taxonomía de los animales invertebrados.

Justificación y Contextualización

Justificación

Teniendo en cuenta las dificultades de los estudiantes frente al aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados y la utilización de un sistema basado en conocimiento en la atención de estas necesidades de aprendizaje de los mismos, es necesario elaborar una unidad didáctica que especifique un paso a paso sobre el uso de esta herramienta, de tal manera que tanto docentes como estudiantes puedan aprovecharla al máximo y así obtener mejores resultados en cuanto a los objetivos de aprendizaje que se hayan establecido sobre el tema tratado. De igual manera, para fijar la organización del salón de clases, de los estudiantes y la actitud de los docentes con relación a este proceso.

Contextualización

- Los estudiantes con los que se desarrollará esta unidad son de cuarto semestre, cursan el Programa de Biología en la Universidad de Córdoba, la cual está situada en el departamento de Córdoba, en la ciudad de Montería.
- El aula en la que desarrollan sus clases cuenta con las condiciones para la utilización del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Tras la aplicación de una encuesta se observó que los recursos utilizados por docentes y estudiantes para realizar actividades relacionadas con la taxonomía de los animales invertebrados son libros y especímenes; algunas veces hacen consultas en internet.
- Las clases se llevan a cabo en horas de la mañana y de la tarde.
- Los especímenes con los que cuentan son utilizados para estudiar más a fondo un organismo invertebrado, teniendo en cuenta sus características físicas, hábitat, alimentación.

Contenidos

Conceptuales

- ¿Qué es la taxonomía animal?
- Categorización taxonómica
- Taxones
- ¿Qué es el sistema basado en conocimiento TAXANIV?
- ¿Cómo se utiliza TAXANIV?
- TAXANIV como herramienta de consultas simples y especializadas asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados.

Procedimentales

- Identificación de las características generales de los taxones que agrupan animales invertebrados mediante el uso del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Identificación de la taxonomía de animales invertebrados con el uso del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Ubicación de especies animales invertebradas en sus taxones correspondientes con el apoyo de TAXANIV.
- Identificación de los nombres de los taxones que agrupan animales invertebrados a través de consultas realizadas a TAXANIV.

Actitudinales

- Valorar la importancia de la taxonomía de los animales invertebrados para la formación de los biólogos de la Universidad de Córdoba.
- Muestra de interés por el manejo de TAXANIV como herramienta de apoyo para realizar actividades taxonómicas.

- Respeto por el uso y manipulación del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Valorar el trabajo en equipo para realización de actividades relacionadas con la taxonomía de los animales invertebrados.

Objetivos y Competencias

Objetivos

- Conocer la funcionalidad y la importancia del sistema basado TAXANIV para el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados.
- Conocer la categorización taxonómica y los taxones en los que se agrupan los animales invertebrados con la utilización de TAXANIV.
- Identificar la taxonomía de los animales invertebrados a través del uso del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Realizar consultas simples y especializadas al sistema basado en conocimiento para resolver actividades asociadas a los animales invertebrados.
- Identificar la ubicación de las especies de animales invertebrados en sus taxones correspondientes.

Competencias

En la presente unidad se trabajan algunas competencias básicas como se muestra a continuación debido a la interdisciplinariedad de la tecnología:

Competencia en Ciencias Naturales. En cuanto a la biología, se apoya el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados, lo relacionado con la categorización taxonómica, la identificación de las características generales de algunos taxones y las especies que se agrupan en

ellos. Esto les permite a los estudiantes tener el conocimiento necesario en relación a esta temática para su formación como profesionales biólogos.

Competencias Informáticas. La utilización de una herramienta informática como lo es el sistema basado en conocimiento les brinda la posibilidad a los estudiantes de manejar y procesar datos informáticos desde sus computadores. Por lo tanto, se aporta al uso de programas informáticos y se favorecen los conocimientos en relación con ello.

Competencias para Aprender a Aprender. Las actividades trabajadas en esta unidad les permiten a los estudiantes tener la capacidad de aprender de manera autónoma con el uso del sistema basado en conocimiento, por lo que cada uno tendrá la disponibilidad y el espacio para realizar consultas al sistema acordes a la taxonomía de los animales invertebrados.

Metodología

Para esta unidad se trabajará bajo el método de Aprendizaje Colaborativo. Inicialmente se hace una introducción del tema a desarrollar, se da a conocer el propósito de este, la explicación y aclaración de conceptos. Una vez finalizada la introducción, se propone una serie actividades o preguntas que los estudiantes deberán responder con la utilización del sistema basado en conocimiento TAXANIV. Para esto, formarán pequeños grupos de trabajo teniendo en cuenta las instrucciones dadas por el docente, de tal manera que intercambien información y trabajen en la actividad hasta que la hayan entendido y culminado.

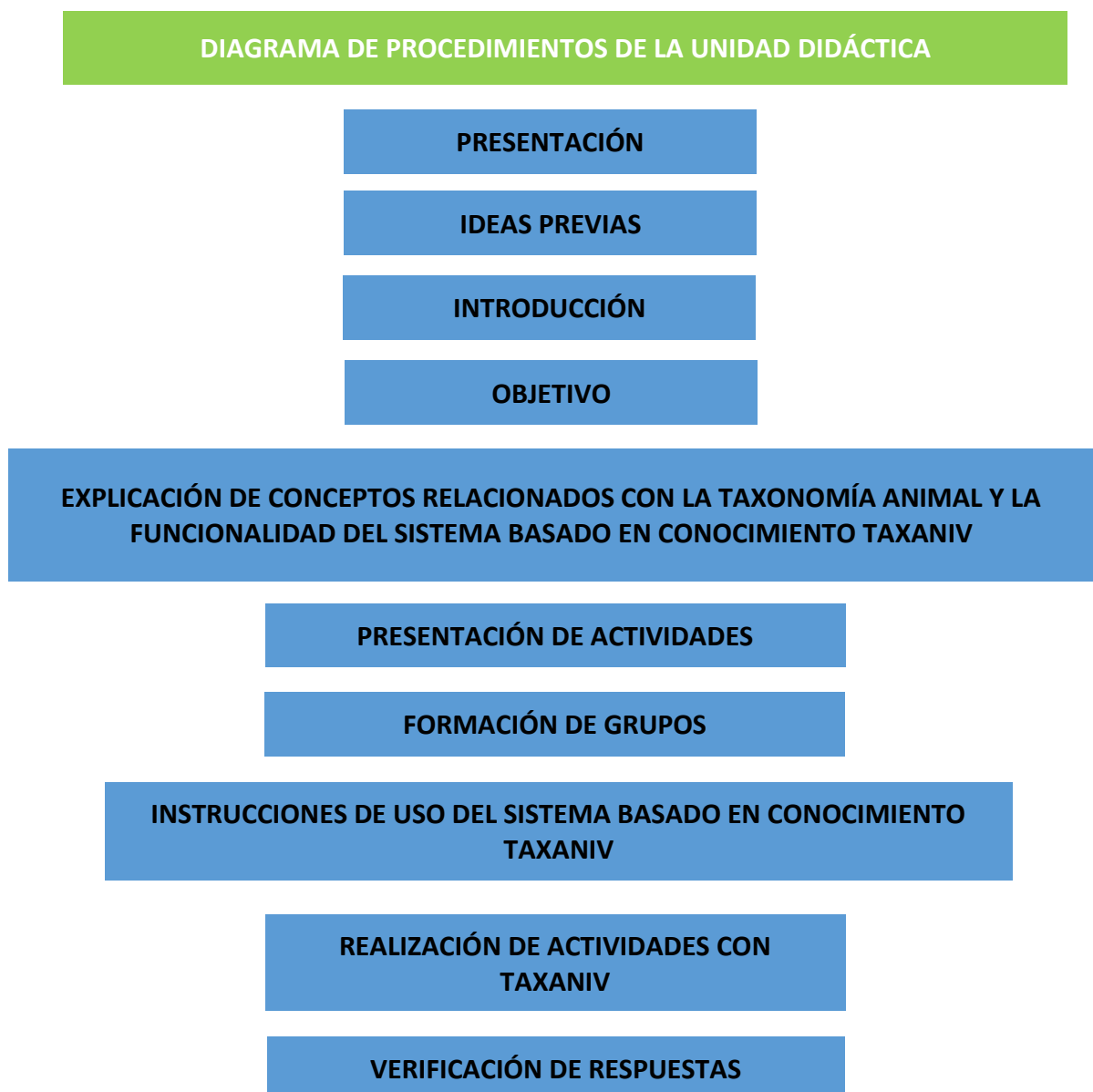
De esta manera, los estudiantes podrán aprender en colaboración con otros siguiendo las indicaciones dadas por el docente con relación a la utilización del sistema basado en conocimiento, al igual que los puntos a tener en cuenta en realización de las actividades. El docente debe promover en sus estudiantes el desarrollo de actitudes, valores y habilidades como

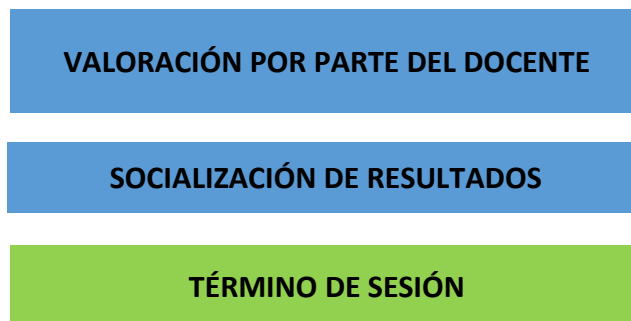
la disposición para escuchar, capacidad de análisis y síntesis, respeto, el apropiarse de las herramientas de las que dispone y su actitud frente al uso de TAXANIV como un sistema de consultas que faciliten el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados.

De acuerdo con el Diagrama 1, se explica la secuencia didáctica a desarrollar:

Diagrama 1

Procedimiento de la unidad didáctica





Nota. Diagrama adaptado de: Prieto, P. (s.f.). *Diseño de Unidades didácticas: Tecnología e Informática*.

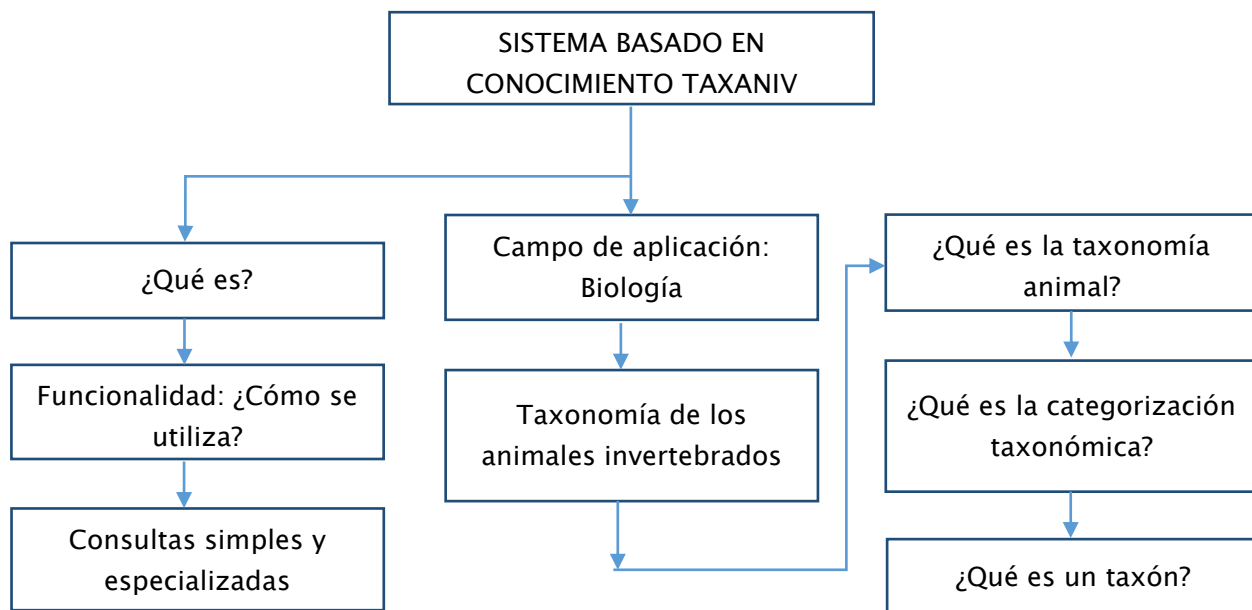
http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/LESSON_PLAN_DESIGN.pdf

Diagrama de Contenidos

A continuación, se presenta la secuencia de contenidos a desarrollar en la unidad didáctica. Ver Diagrama 2.

Diagrama 2

Secuencia de desarrollo de los contenidos de la unidad didáctica



Nota. Diagrama adaptado de: Prieto, P. (s.f.). *Diseño de Unidades didácticas: Tecnología e Informática*.

http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/LESSON_PLAN_DESIGN.pdf

Actividades

Introducción y Motivación

- Dar a conocer los contenidos que se van a trabajar, teniendo en cuenta los puntos de vista de los estudiantes.
- Tiempo: Media sesión de clase.

Actividad de Conocimientos Previos

- Cuestionario sobre los contenidos a tratar.
- Aclaración de inquietudes y atención a sugerencias.
- Tiempo: Media sesión de clase.

Actividad de Control Explicación de Conceptos

- Cuestionario sobre la taxonomía animal y funcionalidad del sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Actividad de Socialización Previa a la Utilización de TAXANIV

- Socialización de las características e importancia del sistema basado en conocimiento.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Actividad práctica

- Uso de TAXANIV para la consulta de taxones en lo que se agrupan especies determinadas.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Actividad sobre la Taxonomía de los Animales Invertebrados

- Uso de TAXANIV para la identificación de la taxonomía de animales invertebrados determinados.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Actividad de Identificación de Características

- Utilización de TAXANIV para la identificación de características de animales invertebrados y taxones dados.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Actividad de Socialización de Resultados

- Presentación de respuestas a las actividades realizadas con TAXANIV en relación a la taxonomía de los animales invertebrados.
- Tiempo: Una sesión de clase.

Temporización de las Actividades

1. Actividad de introducción y actividad de conocimientos previos: 1 sesión.
2. Actividad de control explicación de conceptos: 1 sesión.
3. Actividad de socialización previa a la utilización de TAXANIV: 1 sesión.
4. Actividad práctica: 1 sesión.
5. Actividad sobre la taxonomía de los animales invertebrados: 1 sesión.

6. Actividad de identificación de características: 1 sesión.
7. Actividad de socialización de resultados: 1 sesión.

Total: 7 sesiones de clase.

Medios y Recursos

- Pizarra.
- Un aula con equipos de cómputo.
- Proyector.
- Libreta de apuntes.
- Sistema basado en conocimiento TAXANIV.

Evaluación

Instrumentos

- Test.
- Cuestionarios.
- Presentaciones.

Criterios

Conceptuales.

- Comprende los conceptos de taxonomía animal, categorización taxonómica y taxones.
- Comprende qué es y cómo se utiliza el sistema basado en conocimiento TAXANIV.
- Diferencia las consultas simples de las consultas especializadas realizadas por TAXANIV.

Procedimentales.

- Emplea el sistema basado en conocimiento TAXANIV para la realización de actividades asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados.
- Expone los resultados y aprendizajes adquiridos tras el uso de TAXANIV.

Actitudinales.

- Trabaja en equipo en la realización de las actividades propuestas en la unidad.
- Demuestra respeto por sus compañeros de equipo e interés frente al uso de TAXANIV.

Porcentaje para la evaluación global.

Conceptuales. Se evaluará el conocimiento adquirido tras el despliegue de los contenidos propuestos en esta unidad, los cuales se encuentran en la sección Contenidos – Conceptuales. El desarrollo de éstos corresponderá a un 30% del total de la unidad.

Procedimentales. Para la parte procedimental se tomará en cuenta la realización de las actividades relacionadas con la utilización del SBC TAXANIV, las cuales se encuentran en la sección Contenidos – Procedimentales. Y su evaluación corresponderá a un 40% del total de la unidad.

Actitudinales. Se evaluará la disposición de los estudiantes, su actitud e interés tras el uso de TAXANIV y la valoración que le den al trabajo en equipo. Estos aspectos se encuentran descritos en la sección Contenidos – Actitudinales, y corresponden a un 30% del total de la unidad.

De esta manera se obtiene un porcentaje de evaluación del 100% de la unidad didáctica, teniendo en cuenta que el docente encargado debe garantizar el desarrollo de cada contenido para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes mediante un ambiente colaborativo en el que se lleve a cabo la realización de las actividades con la utilización del SBC TAXANIV y el trabajo en equipo.

Por último, en atención al tercer objetivo específico de la presente investigación:

Establecer la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos como esquema formal para la construcción del sistema basado en conocimiento, se creó un prototipo funcional a través de una serie de fases como lo establecen los principios y criterios de dicha metodología. El prototipo permitió la realización de consultas simples y especializadas con lo cual se evidencia su funcionamiento.

Fase de investigación preliminar

En esta primera fase se observaron las dificultades que los estudiantes del programa de Biología presentaron en cuanto a la taxonomía de los animales invertebrados, lo cual permitió identificar la problemática asociada con la presente temática, la importancia y el efecto de la misma. Asimismo, se determinó la viabilidad del proyecto debido a las necesidades de los estudiantes, la falta de recursos del programa y su aceptación en el mismo. Con esto, se dio paso a la definición de los requerimientos o necesidades para el desarrollo del sistema basado en conocimiento y la puesta en marcha del proyecto.

Fase de definición de los requerimientos del sistema

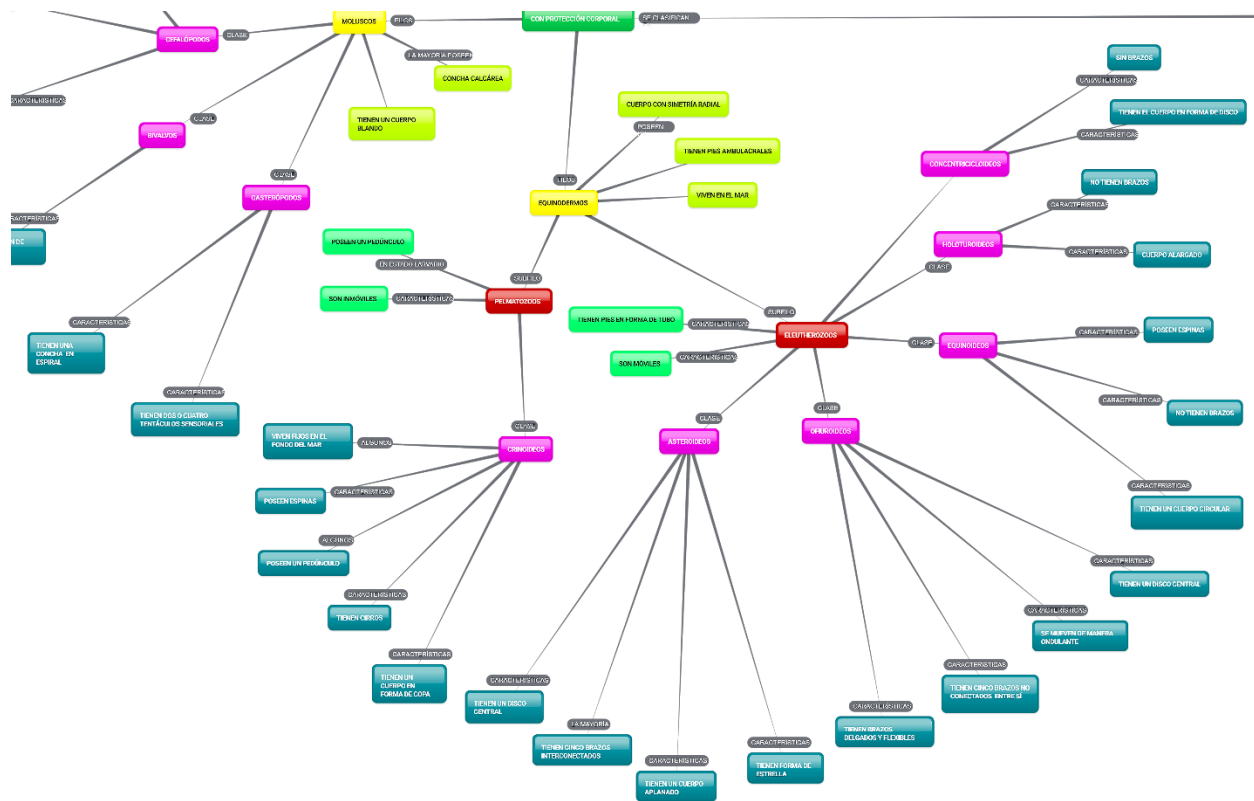
En esta parte se definieron los requerimientos y necesidades de los estudiantes en relación con el proyecto. Para esto se siguió un orden de cinco etapas que consisten en: Análisis grueso y

especificación, diseño y construcción, evaluación, modificación y término. De acuerdo con la primera etapa (**Análisis grueso y especificación, respectivamente**) se hizo un diseño básico del sistema basado en conocimiento para su posterior construcción.

El diseño de este sistema parte de la información recolectada y organizada acerca de los animales invertebrados y su taxonomía en una red semántica (Ver Figura 11), cuya información fue sustraída de enciclopedias virtuales, bibliotecas virtuales y artículos. Este conocimiento adquirido fue suministrado en la base de hechos de TAXANIV, con lo cual se llevó a cabo la construcción de este y la conformación de reglas, lo que permitió realizar consultas especializadas. Cabe resaltar que existe una gran cantidad de especies invertebrados en todo el planeta, por lo que dicha red semántica no los aborda en su totalidad, sino una parte considerable de ellos.

Figura 11

Fragmento de la Red Semántica de los animales invertebrados



Este fragmento de la red semántica reúne las características generales con las que se puede identificar cada taxón. De igual manera, toda la información contenida en ella (aparte de lo mostrado en la Figura 11) es concerniente a las características de los grupos taxonómicos. Así, la red se encuentra conformada por filos, subfilos, clases, órdenes, familias, géneros y especies con sus respectivas particularidades. Lo cual permitió la representación del conocimiento a la hora de utilizar un lenguaje de programación en la creación de TAXANIV.

En la segunda etapa (**Diseño y construcción**), la cual consiste en la obtención de un prototipo inicial, se utilizó el editor de texto Swi-Prolog (<https://www.swi-prolog.org>), el cual procesa el lenguaje de programación lógica Prolog y con el que se creó la base de conocimiento del prototipo (ver Figura 12). La base de conocimiento está compuesta por hechos (o sentencias)

y reglas que permiten la realización de consultas simples y especializadas asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados (Ver Figura 13 y Figura 14).

Figura 12

Entorno del editor de texto Swi-prolog

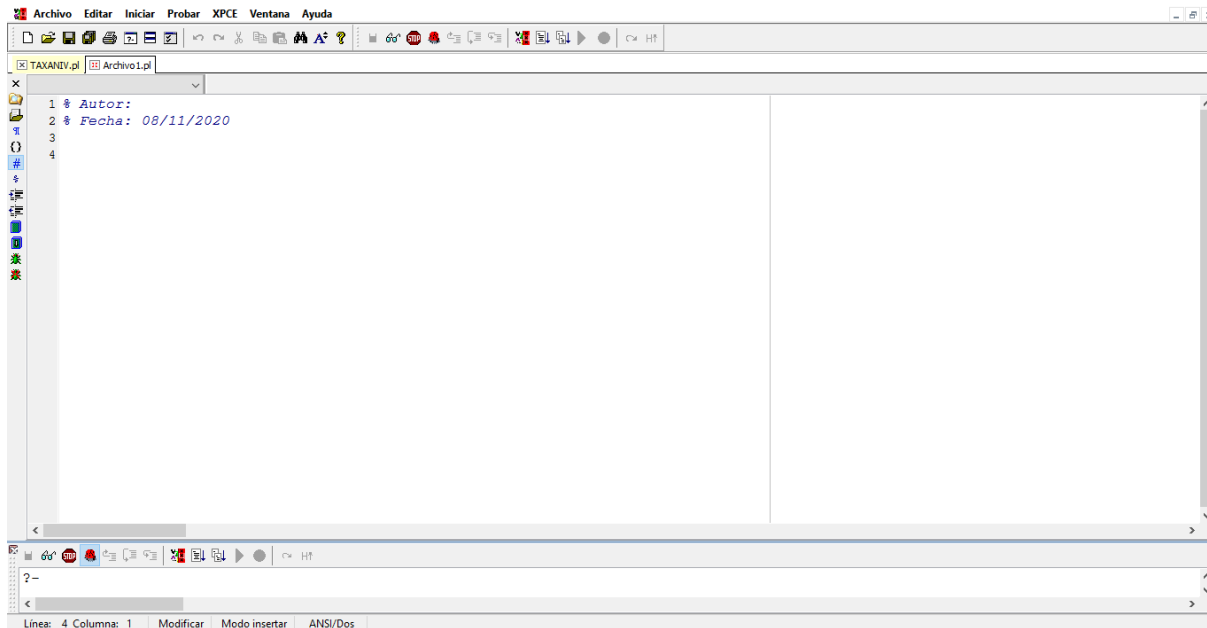


Figura 13

Base de conocimiento – Hechos

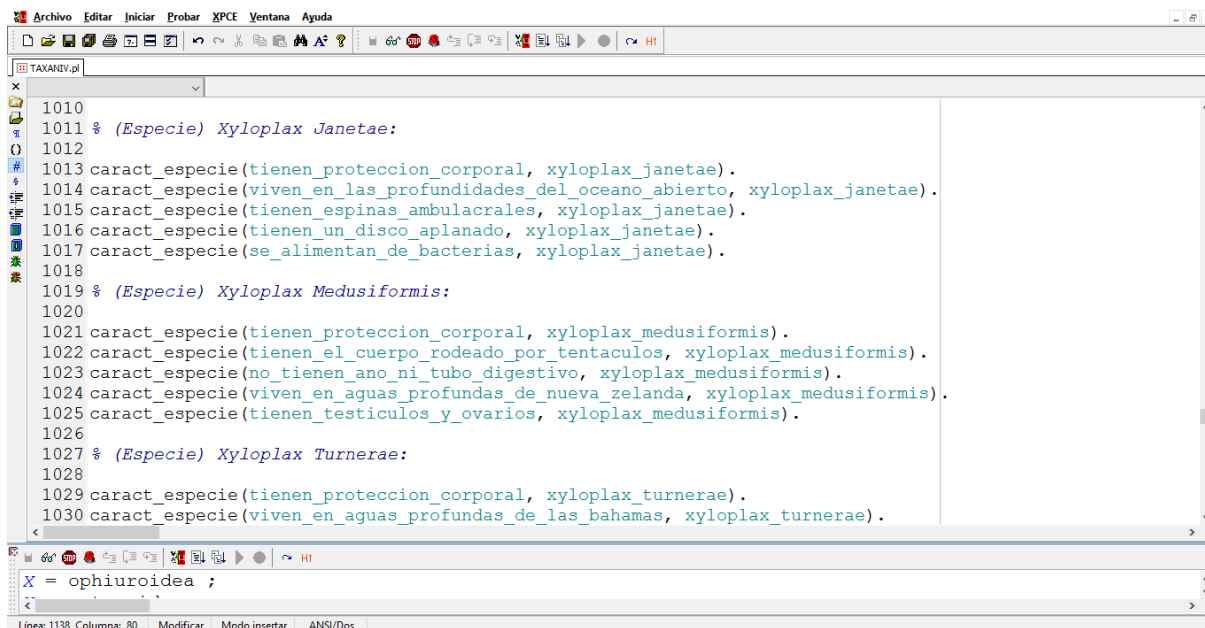
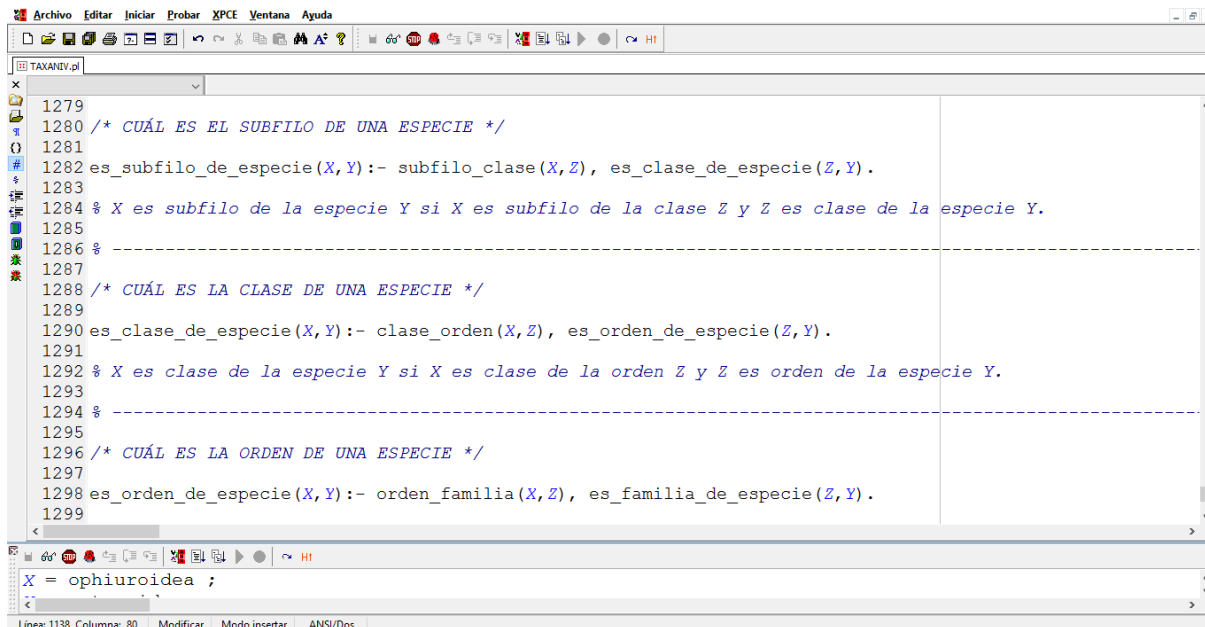


Figura 14

Base de conocimiento – Reglas



Por otra parte, en la tercera etapa (**Evaluación**), la cual consiste en comprobar que el prototipo desarrollado cumpla con los requerimientos establecidos y, en caso de que no los

cumpla, debe ser modificado hasta que los satisfaga todos, se tomó como prototipo inicial del proyecto el SBC creado en la etapa anterior. Luego de esto, se verificó el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta la definición de sus requerimientos de tal manera que, si los estudiantes encuentran fallas se realicen los cambios correspondientes a dicho prototipo, de tal forma que sea estable, completo y de calidad.

En la quinta etapa (**Modificación**), como su nombre lo indica, se realizaron modificaciones al prototipo teniendo en cuenta los requerimientos del mismo, por lo que se construyeron dos versiones del SBC. Una primera versión en la que se utilizaron las características de los animales invertebrados para nombrar los hechos creados, pero que no fue muy claro a la hora de verificar su funcionamiento y la lógica de programación (ver figura 15), y otra segunda versión en la que se le dio un orden lógico teniendo en cuenta el paradigma de la programación lógica, con lo cual se obtuvo claridad en la construcción de los hechos y de las reglas del sistema (ver figura 13).

Figura 15

Versión 1 del SBC

```

19
20 % (Filo) ECHINODERMATA: Estos viven en el mar, tienen un cuerpo con simetría radial, 2 lados bien definidos
21 % inferior donde esta su boca y el otro en la parte superior mas duro, ejemplos: Est
22 % Y se dividen en dos subfilos: Los pelmatozoos y los Eleutherozoos.
23
24 tienen_proteccion_corporal(echinodermata). % Tienen protección corporal.
25 viven_en_el_mar(echinodermata). % Los Equinodermos viven en el mar.
26 tienen_simetria_radial(echinodermata). % Tienen simetría radial.
27 tienen_pies_ambulacrales(echinodermata). % Tienen pies ambulacrales, estos const
28
29 % -----
30
31 % (Subfilo) Eleutherozoa: Los Eleutherozoos son móviles. Estos se clasifican en cinco clases que son los C
32
33 tienen_proteccion_corporal(eleutherozoa). % Tienen protección corporal.
34 son_moviles(eleutherozoa). % Los Eleutherozoos son libres o se puede
35 tienen_pies_en_forma_de_tubo(eleutherozoa). % Tienen los pies en forma de tubo.
36
37 % -----
38
39 % (Clase) Asteroidea:

```

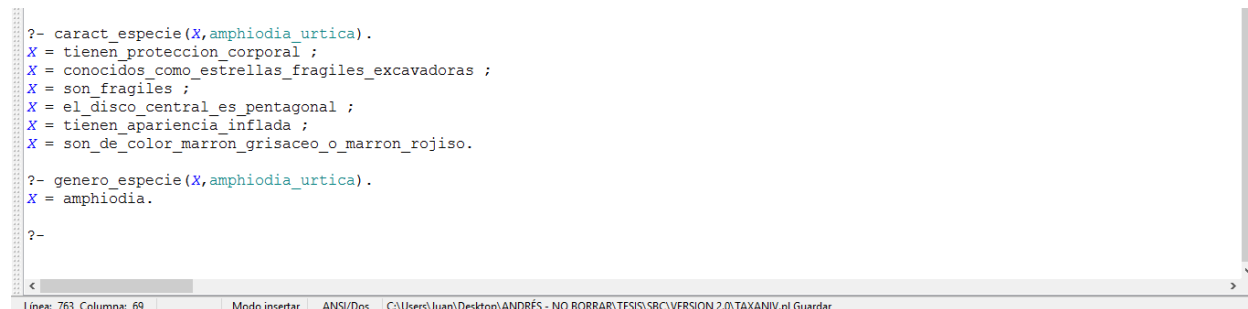
Finalmente, en una quinta etapa (**Término**), que consiste en atender aspectos de calidad del sistema una vez haya sido creado, se verificó que el prototipo fuera estable y de calidad, con lo cual se hicieron las validaciones con expertos y, efectivamente, el prototipo se encuentra funcionando correctamente, por lo que ejecuta cada una de las reglas asociadas a las consultas que fueron programadas.

Una vez la fase de desarrollo fue culminada, se hizo una serie de consultas con el SBC TAXANIV con lo cual se comprobó su funcionamiento y el proceso de razonamiento del mismo al dar respuestas relacionadas con la taxonomía de un animal invertebrado. Las preguntas que TAXANIV es capaz de responder son: ¿Cuál es la taxonomía de un animal invertebrado específico?, ¿a qué categoría taxonómica corresponde un animal invertebrado?, es decir, si corresponde a un filo, una clase, una orden, una familia, un género o una especie. Otra pregunta es, dentro de la categorización taxonómica, ¿qué grupos se identifican como filos, clases, órdenes, familias, géneros o especies? Y finalmente, ¿cuáles son las características de cada filo, clase, orden, familia, género y especie que se encuentran suministrados en la base de

conocimiento? En definitiva, la base de conocimiento de TAXANIV está conformada por 667 hechos y 6 reglas, con las cuales se hicieron consultas simples y especializadas. Ver Figura 16-a.

Figura 16-a

Consultas simples



```
?- caract_especie(X,amphiodia_urtica).
X = tienen_proteccion_corporal ;
X = conocidos_como_estrellas_fragiles_excavadoras ;
X = son_fragiles ;
X = el_disco_central_es_pentagonal ;
X = tienen_apariencia_inflada ;
X = son_de_color_marron_grisaceo_o_marron_rojizo.

?- genero_especie(X,amphiodia_urtica).
X = amphiodia.

?-
```

Línea: 763 Columna: 69 Modo insertar ANSI/Dos C:\Users\Juan\Desktop\ANDRÉS - NO BORRAR\TESIS\SBC\VERSION 2.0\TAXANIV.pl Guardar

En la primera consulta que se observa en la imagen, se pregunta específicamente cuáles son las características de la especie animal invertebrada *Amphiodia Urtica*. La X que se observa en la construcción de la sentencia es la variable en la que se almacenarán los datos encontrados. Teniendo en cuenta esto, el motor de inferencia unificará la consulta realizada con la información que se encuentra en la base de conocimiento del SBC para dar una respuesta. Al realizar este proceso arroja como resultado que la especie *Amphiodia Urtica* tiene un cuerpo con protección corporal, que son conocidos como estrellas frágiles, que tienen el cuerpo frágil, y de esta manera continúa hasta llegar a la última característica encontrada que define a esta especie como de color marrón grisáceo o marrón rojizo.

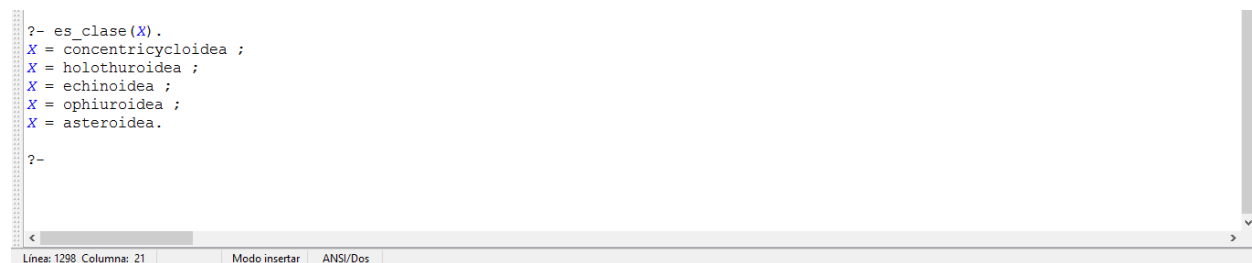
En la segunda consulta simple se puede observar que se pregunta a qué género (dentro de la categorización taxonómica) pertenece esta especie *Amphiodia Urtica*, y que los datos que encuentre los almacene en la variable X. Al realizar de igual manera el proceso de unificación

por parte del motor de inferencia, el SBC arroja como respuesta que la especie pertenece al género *Amphiodia*. Y de esta manera se lleva a cabo la realización de las consultas simples.

Otro tipo de consulta simple que el sistema basado en conocimiento puede realizar, teniendo en cuenta el sistema taxonómico animal, es la siguiente:

Figura 16-b

Consultas simples



```
?- es_clase(X).  
X = concentricycloidea ;  
X = holothuroidea ;  
X = echinoidea ;  
X = ophiuroidea ;  
X = asteroidea.  
  
?-  
  
Linea: 1298 Columna: 21      Modo insertar  ANSI/Dos
```

Este tipo de consulta que se observa en la Figura 16-b es una consulta bastante general y concreta, debido a que solo se pregunta qué taxones se identifican como clase dentro del sistema taxonómico de los animales invertebrados. Una vez el motor de inferencia ha realizado el proceso de razonamiento por el cual unifica la consulta realizada con la información suministrada en la base de conocimiento, arroja como respuesta los taxones que se ubican como clase dentro de la categorización taxonómica. Y de esta manera, se pueden identificar los demás taxones que corresponden a la jerarquía taxonómica de los animales invertebrados, siempre y cuando, éstos se encuentren dentro de la base de conocimiento.

Por otro lado, con respecto a las consultas especializadas, éstas consisten en reglas que condicionan una acción para dar una respuesta a una pregunta hecha por el usuario del SBC. Ver Figura 17-a.

Figura 17-a*Consultas especializadas*

```
?- es_clase_de_especie(X,xyloplax_janetae).
X = concentricycloidea.

?- taxonomia(xyloplax_janetae,A,B,C,D,E,F).
A = echinodermata,
B = eleutherozoa,
C = concentricycloidea,
D = peripodida,
E = xyloplacidae,
F = xiloplax.

?- |
```

Línea: 1298 Columna: 21 Modo insertar ANSI/Dos C:\Users\Juan\Desktop\ANDRÉS - NO BORRAR\TESIS\SBC\VERSION 2.0\TAXANIV.pl Guardar

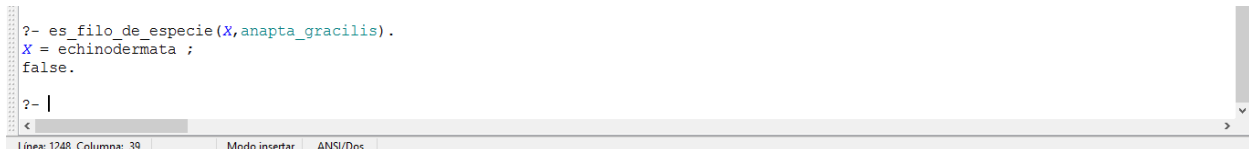
En la primera consulta que se realizase quiere saber cuál es la clase a la que pertenece la especie animal invertebrada *Xyloplax Janetae*, con lo cual el SBC da como respuesta que pertenece a la clase llamada *Concentricycloidea*. Y la segunda consulta consiste en identificar la taxonomía de esta misma especie teniendo en cuenta el sistema taxonómico, donde cada letra (A,B,C,D,E,F) son las variables que almacenarán la información concerniente a ello. Así, la variable A almacena el filo, la variable B almacena el subfilo, la variable C almacena la clase, y así sucesivamente hasta llegar al género el cual es contenido en la variable F.

La conclusión a la que llega el SBC, en relación con las consultas especializadas, parte de la información que se encuentra suministrada en la base de conocimiento, la cual consiste en una serie de reglas compuestas por hechos o sentencias que le permiten realizar un proceso de razonamiento y dar una respuesta que se puede apreciar a través de la interfaz de usuario. De esta manera, se puede conocer la taxonomía de un animal invertebrado iniciando desde el taxón más incluyente, que en este caso es el filo, hasta el menos incluyente (especie). Por lo tanto, se puede establecer que TAXANIV permite una mayor comprensión de los procesos taxonómicos a través de consultas simples y especializadas.

Otro tipo de consulta especializada que se le puede realizar al SBC TAXANIV es la que se observa en la Figura 17-b que se encuentra continuación:

Figura 17-b

Consultas especializadas



```
?- es_filo_de_especie(X,anapta_gracilis).  
X = echinodermata ;  
false.  
  
?- |  
< >
```

Línea: 1248 Columna: 39 Modo insertar ANSI/Dos

En esta consulta se quiere conocer cuál es el filo al que corresponde la especie *Anapta Gracilis*. El sistema basado en conocimiento automáticamente verifica la consulta y muestra como respuesta el dato que se cargó en la variable X, el cual es el nombre del filo al que pertenece la especie mencionada anteriormente. El filo encontrado es *Echinodermata*, el cual concuerda con la información suministrada en la base de conocimiento de TAXANIV y que satisface a la pregunta realizada.

Con todo esto, se obtiene la formalización de la taxonomía de los animales invertebrados en un lenguaje de programación lógica, lo que hace posible una mejor comprensión por parte de los estudiantes con relación a esta temática. Se obtiene un SBC que permite generar cierto tipo de consultas acerca de los animales invertebrados como se mencionó anteriormente, y que el SBC desarrollado se convierte en una herramienta de gran utilidad en los procesos formativos del área de taxonomía animal dentro del programa de Biología de la Universidad de Córdoba.

Capítulo VII

Conclusiones

El aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados es un tema de gran importancia en la formación de los Biólogos de la Universidad de Córdoba, sin embargo, son diversas las causas por las cuales se han presentado dificultades en la comprensión de dicha temática. Una de las principales puede ser la gran cantidad de organismos invertebrados existentes, por lo que tratar de manejar toda esta información se vuelve complejo, y es necesario que solo se trabaje con una parte de ellos con la cual los estudiantes puedan asimilar el concepto de taxonomía animal.

La elaboración de una unidad didáctica con el fin de utilizar el sistema basado en conocimiento TAXANIV y favorecer el proceso de enseñanza - aprendizaje de la taxonomía de los invertebrados posibilita en gran manera esta labor, debido a que permite la organización de contenidos, planteamiento de objetivos, creación de actividades, estrategias didácticas y distribución de los tiempos; con lo cual se logra la intervención de todos los elementos que participación en la enseñanza y el aprendizaje de la taxonomía de los animales invertebrados a través de TAXANIV.

De acuerdo con el uso de la metodología de desarrollo de prototipos evolutivos, ésta permite la creación y validación de los SBC de manera óptima. Además, posibilita la implementación de un sistema de manera parcial y éste puede ser construido rápidamente a través de una serie de fases que se encuentran organizadas de manera secuencial, lo que permite una mayor fluidez en el desarrollo y verificación de las funcionalidades del sistema basado en

conocimiento para hacer los ajustes o cambios correspondientes teniendo en cuenta los requerimientos definidos.

TAXANIV permite mejorar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados y, además, facilita la obtención de información con respecto a este grupo de animales. Por lo tanto, la implementación de este sistema permite, con relación a la utilización de herramientas tecnológicas, afianzar los procesos de aprendizaje asociados a la taxonomía de los animales invertebrados. Asimismo, innovar en la realización de actividades taxonómicas y en la generación de consultas especializadas y generales.

Cabe resaltar que la validación del sistema basado en conocimiento TAXANIV no se pudo llevar a cabo debido a la pandemia por la que ha tenido que atravesar Colombia y el mundo entero ocasionada por el virus Covid-19. Además, los gobiernos se vieron obligados a tomar medidas de manera urgente como recurrir a una cuarentena, llevando a las personas a permanecer en casa y a cerrar las instituciones educativas para controlar y evitar la propagación del virus. Por lo tanto, esta parte final del proyecto de investigación no pudo ser completada.

Por último, este trabajo de investigación fue presentado en el Congreso Internacional de Semilleros de Investigación-Educación-Tecnológica (CISIET 2020), realizado en la ciudad de Bogotá-Colombia por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), en el cual se mostró el problema planteado, el proceso metodológico y los resultados obtenidos. Además, fue sometido a publicación un artículo de este en la Revista de Investigación Científica Hamut'ay de la Dirección Universitaria de Educación a Distancia de la Universidad Alas Peruanas.

Recomendaciones

Los sistemas basados en conocimiento son herramientas bastante esenciales en la solución de problemas complejos de un área determinada como en el caso de la biología para la taxonomía de los animales invertebrados, sin embargo, es necesario construir reglas en su base de conocimiento que sean claras y específicas que no presenten ningún inconveniente al momento de ejecutarlo.

Debido a que TAXANIV solo es un prototipo se le pueden hacer muchas mejoras más y convertirlo en una herramienta más atractiva con la que los estudiantes puedan sentirse cómodos y puedan manejarla a la perfección. Por lo tanto, es recomendable que la interfaz del sistema sea actualizada.

La información que contiene la base de conocimiento es poca, y ésta puede seguir ampliándose sin ningún problema, por lo que es necesario que se le haga un suministro mayor de información en la base de conocimiento.

Sería interesante que luego de completar el sistema basado en conocimiento se le puedan agregar nuevas funciones, como chatbots y asistentes inteligentes.

Capítulo VIII

Referencias

Alvarado Reyes, E. (2007). Dificultades de la taxonomía de los seres vivos.

<https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002440.pdf>

Ander-Egg, E. (2011). *Aprender a investigar: Nociones básicas para la investigación social*.

Brujas, Argentina. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Aprender-a-investigar-nociones-basicas-Ander-Egg-Ezequiel-2011.pdf.pdf>

Antoni, J., Oliveros, C., & Doménech, J. (2017). Diseño y evaluación de una actividad de transferencia entre contextos para aprender las claves dicotómicas y la clasificación de los seres vivos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 16, N° 2, 362-384. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5998543>

Arias, F.G. (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica*.

Venezuela: Episteme. <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

Arija, C. M. (2012). Taxonomía, Sistemática y Nomenclatura, herramientas esenciales en

Zoología y Veterinaria. *REDVET*, (7). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624404021.pdf>

Bembibre, V. (2008). *Definición de sistema*. DefiniciónABC.

<https://www.definicionabc.com/general/sistema.php>

Cahuana, M. (2018). *Modelos de proceso evolutivos – prototipos*. Universidad La Salle.

<https://fddocuments.co/document/modelos-de-proceso-evolutivos-prototipos.html>

Castillo, I. (s.f.). *Marco Contextual: característica, cómo se hace y ejemplo*.

<https://www.lifeder.com/marco.contextual/>

Castillo, M., Lugo, L., García, M., & Scott, A. (Marzo de 2020). Aplicación inteligente para el diagnóstico preventivo y correctivo de calderas. *V Conferencia Internacional en Ciencias Computacionales e Informáticas CICC2020*. La Habana, Cuba.

<http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencia-2020/CCI50.pdf>

Celeste, M., Gonnet, S., & Leone, H. (2019). KE-SER: Un sistema basado en el conocimiento y la experiencia para dar soporte a arquitectos de software en aspectos de seguridad. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*.

<http://dx.doi.org/10.17013/risti.32.97-112>

Cordero Vargas, Z. (2009). *La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

García, F., García, A., & Vázquez, A. (2020). *Modelos de proceso*. Universidad de salamanca, España. https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1142/1/IS_I%20Tema%203%20-%20Modelos%20de%20Proceso.pdf

García, Z., Bonet, I., Piñero, P., & León, M. (2007). Sistemas basados en conocimiento usando Prolog. *Ciencias Informáticas*, 4-13.

<https://www.redalyc.org/pdf/3783/378343633001.pdf>

Gil Suárez, S. M., & Martínez Buitrago, D. I. (2013). El uso de Prolog en el aula: de lógica a inteligencia artificial. *The Use of Prolog in the Classroom: Logic to Artificial Intelligence*. 10 (2), 289–301. <https://doi.org/10.14483/2322939X.6516>

González, P., Rodríguez, L. (s.f.). *Sistema Experto: Clasificación de animales según su taxonomía*. Leganés, Madrid. <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/08-09/07.pdf>

Hernández, R. (2017). *Prototipo Canvas versión 11*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/huejutla/licenciatura/2018/Prototipo_CANVAS.pdf

Heskett, J. (2008). *El diseño en la vida cotidiana*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
<https://es.scribd.com/doc/95944756/El-diseno-en-la-vida-cotidiana-John-Heskett-cap-1>

Intriago, D. (2018). *Análisis de sistemas basados en conocimiento*. (Trabajo de grado). Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

López Banet, L., Banos-González, I., & Esteve Guirao, P. (2017). Conocimientos de futuros docentes de educación infantil sobre categorización animal. *Enseñanza De Las Ciencias*, (Extra), 2127-2134.
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/336790/427573>

López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). La encuesta. Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. Capítulo II.3.
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163567/metinvsoccua_a2016_cap2-3.pdf

Martínez, A. (Última edición: 20 de abril del 2020). Definición de Taxonomía.
<https://conceptodefinicion.de/taxonomia/>

- Montiel, L., Riveros, V. (2014). Los sistemas expertos en el ámbito educativo. *Revista Omnia*, 11-28. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/omnia/article/view/5549/5540>
- Mora Torres, M. (2007). *Sistema Experto en la Toma de Decisiones de un Escenario e Riesgo: LOCA Pequeño en una planta Nucleoeléctrica*.
http://ce.azc.uam.mx/profesores/clc/02_publicaciones/tesis_dirigidas/MIC_Mora_Torres_Martha.pdf
- Mousalli, G. (2016). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.9446>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. 35(1), 227–232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pachamora, D. (2019). *Sistemas expertos: una opción de solución confiable* (Trabajo de investigación para grado de bachiller). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2318>
- Pachés, M. (2019). Sistema de clasificación de los seres vivos. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/118401>
- Padilla Álvarez, F., & Cuesta López, A. (2003). *Zoología Aplicada: Sinopsis de taxonomía animal*. Ediciones Díaz Santos S.A. <https://www.editdiazdesantos.com/libros/padilla-alvarez-francisco-zoologia-aplicada-L03005880101.html>
- Pardos, F. (s.f.). La taxonomía biológica: problemas lexicográficos y de traducción. *Las palabras del traductor*, 119-128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6455531>
- Patiño, P. A. (2018). *Enseñanza y Aprendizaje del concepto de clasificación taxonómica de los*

seres vivos a partir de la indagación de conceptos previos en grado sexto (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69029>

Pereira, V. C., Tapia, A. C. V., & Medina, A. M. C. (2020). La integración de los nuevos sistemas de ingresos de la televisión por internet: Fundamentación teórica para el desarrollo de un sistema basado en conocimiento. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, 96-108.

<https://ezproxyucor.unicordoba.edu.co:2113/docview/2385373860?accountid=137088>

Prieto, P. (s.f.). *Diseño de Unidades didácticas: Tecnología e Informática*.

http://ricardoprieto.es/mediapool/61/615322/data/LESSON_PLAN_DESIGN.pdf

Proaño, R., Saguay, C., Jácome, S., & Sandoval, F. (2017). *Sistemas basados en conocimiento como herramienta de ayuda en la auditoría de sistemas de información*. REDALYC.ORG, pp. 148-159. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572262176011>

Ramírez Reinoso, O. V. (2016). *La indagación como estrategia didáctica para el aprendizaje de zoología de los invertebrados para los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Biología Química y Laboratorio período septiembre 2014-marzo 2015* (Bachelor's thesis, Riobamba, UNACH 2016). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1618>

Rojas, M. (2015). *Sistemas Naturales y Sistemas Artificiales*. Prezi.

<https://prezi.com/cczh1hho6yta/sistemas-naturales-y-sistemas-artificiales/>

Román, J., Crespo, R., & García, J (s.f.). *Sistemas Basados en Conocimiento. Inteligencia en Redes de Comunicación*. <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-telematica/inteligencia-en-redes-de-comunicaciones/material-de-clase-1/03-sistemas-basados-en-conocimiento/view>

- Rueda, M., Alonso, A., Guerra, M., & Martínez, M. (2014). *El Contexto: factor clave en el desarrollo de la docencia en la universidad*. RAES Revista Argentina de Educación Superior. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6526902>
- Santiago, K. (2013). Sistema basado en conocimiento para identificar problemas complejos y proponer estrategias que mejoren el funcionamiento del proceso de diseño de la industria del vestido en México. *AZCAPOTZALCO*.
http://kali.azc.uam.mx/clc/02_publicaciones/tesis_dirigidas/tesis_karina.pdf
- Segreto, T. (2016). Knowledge-Based System. In: The International Academy for Production Engineering. Laperrière L., Reinhart G. (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7_6557-4
- Soto, C. (s.f.). *Sistema experto de diagnóstico médico del síndrome de Guillain Barre*. (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/basic/carlos_sm/contenido.htm
- Torres Soler, L. C., & Garzón Torres, N. M. (2018). Bases de conocimiento con Prolog. Editorial Universal Autónoma de Colombia.
- Ventura León, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Salud pública*, (43), 648-649. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n4/spu14417.pdf>
- Zalazar. (s.f.). Introducción a la administración: Paradigmas en las organizaciones. Eumed.net.
<https://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1090/>

Capítulo IX

Anexos

Anexo 1. Formato de encuesta para docentes y estudiantes, respectivamente

<p>Nombre: _____</p> <p>Favor conteste las siguientes preguntas:</p> <p>1. ¿Considera usted que el tema de taxonomía animal es importante para la formación de los biólogos en la Universidad de Córdoba?</p> <p>Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)</p> <p>¿Por qué? _____</p> <p>2. ¿Cuál cree usted que es el problema que presentan los estudiantes para clasificar a los diferentes animales invertebrados? Puede seleccionar varias opciones.</p> <p>Diversidad de organismos (<input type="checkbox"/>) Nombre científicos (<input type="checkbox"/>) Características físicas similares (<input type="checkbox"/>) Categorización taxonómica (<input type="checkbox"/>)</p> <p>Otros, ¿cuáles? _____</p> <p>3. ¿Qué recursos didácticos utiliza para desarrollar el tema asociado a la taxonomía de los animales invertebrados? Puede seleccionar varias opciones.</p> <p>Libros (<input type="checkbox"/>) Videos (<input type="checkbox"/>) Carteles (<input type="checkbox"/>) Internet (<input type="checkbox"/>) Proyector (<input type="checkbox"/>)</p> <p>Otros, ¿cuáles? _____</p> <p>4. ¿Considera usted que la implementación de un recurso tecnológico es importante para apoyar el tema asociado con la taxonomía de animales invertebrados?</p> <p>Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)</p> <p>¿Por qué? _____</p> <p><small>Lic. Informática y medios audiovisuales Realizado por: Andrés Farid Díaz Gómez Juan David Rodríguez Moreno</small></p>	<p>Favor conteste las siguientes preguntas:</p> <p>1. ¿Siente alguna dificultad para realizar una óptima taxonomía de los animales invertebrados?</p> <p>Siempre (<input type="checkbox"/>) Casi siempre (<input type="checkbox"/>) Algunas Veces (<input type="checkbox"/>)</p> <p>2. ¿Cuál crees que es la causa de esa dificultad?</p> <p>Diversidad de organismos (<input type="checkbox"/>) Nombre científicos (<input type="checkbox"/>) Características físicas similares de los animales (<input type="checkbox"/>) Categorización taxonómica (<input type="checkbox"/>)</p> <p>Otros, ¿cuáles? _____</p> <p>3. ¿Qué recursos utilizas para desarrollar actividades asociadas a la taxonomía de los animales invertebrados?</p> <p>Video-Tutoriales (<input type="checkbox"/>) Libros (<input type="checkbox"/>) Internet (<input type="checkbox"/>)</p> <p>Otros, ¿cuáles? _____</p> <p>4. ¿Considera usted que la implementación de un recurso tecnológico es importante para apoyar el tema asociado con la taxonomía de animales invertebrados?</p> <p>Sí (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>)</p> <p>¿Por qué? _____</p> <p><small>Lic. Informática y medios audiovisuales Realizado por: Andrés Farid Díaz Gómez Juan David Rodríguez Moreno</small></p>
---	--

Anexo 2. Actividades y fechas del desarrollo de la investigación

Actividades	Fechas
Diseño, elaboración y aplicación de encuesta a estudiantes y docentes del programa de Biología	Del mes de junio al mes de agosto del año 2017
Recolección de investigaciones asociadas a estrategias didácticas la implementación de un software en el aula	Del mes de septiembre al mes de noviembre del año 2017
Selección de la estrategia didáctica para el uso de TAXANIV en el aula	Del mes de marzo al mes de mayo del año 2018
Investigación preliminar	Del mes de septiembre del 2017 al mes mayo

	del año 2018
Definición de los requerimientos del sistema basado en conocimiento TAXANIV	Del mes de junio al mes de agosto del año 2018
Diseño básico del prototipo inicial	Del mes de septiembre al mes de noviembre del año 2018
Construcción del prototipo (TAXANIV)	Del mes de septiembre del 2018 al mes de agosto del año 2019
Evaluación de TAXANIV	Del mes de junio al mes de noviembre del año 2019
Ajustes y modificación	Del mes de septiembre al mes de noviembre del año 2019
Término del sistema basado en conocimiento TAXANIV	Del mes de septiembre al mes de noviembre del año 2019
